# தாவர உள்ளமைப்பியல்

(பட்டப்படிப்புக்குரியது)

டாக்டர் எ. கோவிந்தராஜலு

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்

தமிழக அரசு

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழக வரிசை எண் — 208

# தாவர உள்ளமைப்பியல்

(பட்டப்படிப்புக்குரியது)

ஆசிரியர்
டாக்டர் எ. கோவிந்தராஜுலு, எம்.எஸ்ஸி., பி.எச்டி.,
இணைப் பேராசிரியர், தாவரவியல் துறை,
மாநிலக் கல்லூரி, சென்னை.

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்
தமிழக அரசு

First Edition--November, 1969

B.T.P. No. 208

© Bureau of Tamil Publications

**Anatomy Including Cytology and Embryology for B.Sc.**

Dr. E. Govindarajalu

Net Price Rs. 7-25
(No discount)

Printed by
MEENAKSHI ACHAGAM,
MADRAS-2.

# அணிந்துரை

(திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன், தமிழகக் கல்வி-சுகாதார அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கி எட்டு ஆண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.) 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் விஞ்ஞானப் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி, இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மன நிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் மாணவர்க்குக் கலை, அறிவியல் பாடங்களைத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக் கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், கணிதம், பௌதிகம், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழி பெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம் நூல்களை வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'தாவர உள்ளமைப்பியல்' என்ற இந் நூல் தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகத்தின் 208 ஆவது வெளியீடாகும். இது வரை 243 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும்: அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பலவகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரித்தாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

# பொருளடக்கம்


| | | | பக்கம் |
|---|---|---|---|
| 1. | செடியின் உறுப்புகளும் திசு வகைகளும் (Plant organs and tissues) | ... | 1 |
| 2. | ஸெல்லியல் (Cytology), ஸெல் (Cell) | ... | 15 |
| 3. | ஸெல் பிரிதல் (Cell division) | ... | 40 |
| 4. | ஸெல்லுறை (Cell wall) | ... | 60 |
| 5. | ஆக்குத்திசுக்கள் (Meristems) | ... | 87 |
| 6. | வாஸ்குலார் கேம்பியம் (Vascular Cambium) | ... | 121 |
| 7. | புறத்தோல் (Epidermis) | ... | 135 |
| 8. | பாரங்கைமா (Parenchyma) | ... | 165 |
| 9. | கோலங்கைமா (Collenchyma) | ... | 178 |
| 10. | ஸ்கிலரங்கைமா (Sclerenchyma) | ... | 188 |
| 11. | ஸைலம் (Xylem) | ... | 210 |
| 12. | ஃபுளோயம் (Phloem) | ... | 269 |
| 13. | சுரக்கும் அமைப்புகள் (Secretory structures) | ... | 305 |
| 14. | பெரிடெர்ம் (Periderm) | ... | 326 |
| 15. | தண்டு (The Stem) | ... | 342 |
| 16. | இலை (The Leaf) | ... | 381 |
| 17. | வேர் (The Root) | ... | 408 |
| 18. | பூ (The Flower) | ... | 434 |
| 19. | கருவியல் (Embryology) | ... | 441 |
| | கலைச்சொற்கள் | ... | 467 |

# 1. செடியின் உறுப்புகளும் திசு வகைகளும்
# (Plant organs and tissues)

உலகத்திலுள்ள தாவர இனங்களை பரிணாம அடிப்படையில் (evolutionary basis) பாகுபடுத்திப் பார்க்கும்பொழுது அவைகள் பலவகையினதாகவும் முன்னேற்றப் பாதையில் ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட நிலையை அடைந்திருப்பதாகவும் தெரிகின்றது. இதே அடிப்படையில் மேற்கொண்டு ஆராயும்பொழுது ஆதிகாலத்தில் தோன்றி நிலத்தில் வாழ்ந்து வந்த செடி இனங்களையும், தாழ்ந்த நிலையிலுள்ள வாஸ்குலார் செடி இனங்களையும் [Lower vascular plants) ஃபாஸில்கள் (fossils) உட்பட] தற்காலத்தில் காணப்படுகின்ற ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்ஸ் (Angiosperms) செடி இனங்களையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது, இவைகளுக்கிடையே உள்ள அமைப்பு முறையில் குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு வேறுபாடுகளிருப்பதைப் பார்க்கலாம். வேறுவகையில் கூறவேண்டுமானால் ஆதிகாலத்து செடி இனங்கள் எளியதொரு அமைப்பையும், உறுப்புக்களையும், அமைவு முறைகளைப் பெற்றிருப்பதும் தற்காலத்தில் காலப்போக்கில் தோன்றிய இனங்களில் பல சிக்கலான அமைப்பையும் உறுப்புக்களையும், அமைவு முறையையும் காண முடிகின்றது. இதிலிருந்து, காலப்போக்கில் பரிணாம அடிப்படையில் ஏற்பட்ட மாற்றங்களினால், எளியதொரு செடி இனங்களிலிருந்து சிக்கலான அமைப்புகளையுடைய இனங்கள் பிற்காலத்தில் தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்று கருதப்பட்டு வருகின்றது. வெளித்தோற்றங்களிலும் அமைப்பிலும் தாவர இனங்களின் முன்னேற்ற நிலைக்குத் தக்கவாறு வேறுபாடுகள் காணப்படுவது போல் வெவ்வேறு நிலையிலும் பிரிவிலும் உள்ள தாவர இனங்களின் (தாழ்ந்த அல்லது கடைநிலையிலிருப்பவைகளிலிருந்து உயர்ந்த இனம் ஈறாக) திசுக்களைக் குறித்து பார்க்கும்பொழுதும் திசு வகைகள் எவ்வாறு பரிணாம முற்போக்குக்குத் தக்கவாறு

அதிகரித்துக்கொண்டும் அவைகளுண்டாகின்ற முறைகளிலும் ஸெல்களின் உள்ளுறைப் பொருள்கள் முதலியவைகளைப் பொருத்தும் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டிருக்கின்றன என்பதாகவும் தெரிகின்றது. இவ்வாறு முற்போக்குப் பாதைகளில் பரிணும மாற்றங்கள் ஏற்பட்டதற்குத் தக்கவாறு பல ஸெல்களினுலான செடி இனங்கள் வடிவம், செயல்கள், திசுவகைகள் முதலியவைகளைக் குறித்து வெவ்வேறு அளவில் வேறுபாடுகளடைந்து உறுப்புகள் (organs) என்று கூறப்படுகின்ற நிலையை அடைகின்றன. எப்படி இருந்த போதிலும் தாவர இனங்களில் ஸ்பர்மட்டோஃபைட்டா (Spermatophyta) என்று சொல்லப்படுகின்ற ஒரு பெரும் பிரிவைச் சேர்ந்த செடி வகைகள் ஒவ்வொன்றிலும் மூன்று முக்கியமான உறுப்புக்களான தண்டு, இலை, வேர் என்பவைகள் உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த மூன்று வகையான உறுப்புகளும், பல வழிகளில் ஒன்றிலிருந்து மற்ருென்று முற்றும் மாறுபட்டதாகக் காணப்பட்ட போதிலும், ஒரு செடியைப் பொருத்து, இந்த மூன்று வகையான உறுப்புக்களையும் கவனிக்கும்பொழுது, இவைகளுக்கிடையே உள்ள தொடர்பு எத்தகையது என்பது, உருவ இயலில் (Morphology) ஒரு எளிதில் முடிவுகாண முடியாத அடிப்படைப் புதிராகவே இன்று வரையிலும் இருந்து வருகின்றது.

மற்ருெரு வகையில் பார்க்கப்போனுல் இந்த மூன்று வகையான உறுப்புக்களும் ஒரு அடிப்படையான உறுப்பு அல்லது அமைப்பு மூன்று வகைகளில் மாறுபட்டு, மூன்று வகையான வெளித்தோற்றங்களுடன் காணப்படுகின்றனவா எனும் ஐயப்பாடும் எழுகின்றது. ஒரு செடியின் வளர்ச்சிமுறை அடிப்படையில் ஆராய்ந்து பார்த்தால், இந்த மூன்று வகையான உறுப்புகளும் ஸைகோட் (zygote)டிலும் இதிலிருந்து உண்டாகிறக் கருவிலும் அவைகள் ஒரு பொதுவான உற்பத்தியைப் பெற்றிருக்கின்றன. பிறகு, தண்டு நுனிப் பாகங்களிலிருந்து வளர்ச்சியுறும்பொழுது, தண்டு, கிளைகள், இலைகள் முதலியவைகளுக்கிடையே ஒருவிதத் தொடர்பு இருப்பதைப் பார்க்கலாம். இதுபோல் ஒரு செடியின் வேரும் தண்டும் ஒரு தொடர்ச்சியான அமைப்பாக வளர்ச்சியின் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் ஏற்படுவதையும் பார்க்கலாம்.

ஆராய்ச்சிக்கும், விவாதத்திற்கும் உரிய செடி இனங்களின் மற்ருெரு உறுப்பு 'பூ'வாகும். பூக்களை, தண்டுகளுக்கும் இலைகளுக்கும் ஒப்பிட்டு அவைகளுக்கிடையே ஒற்றுமை காண்பது வழக்கிலிருந்து வருகின்றது. பூக்களைத் தண்டுகளுக்கும், பூக்களினுடைய பல பாகங்களை, தண்டுகளில் உண்டாகின்ற இலைகளுக்கும் ஒப்பிடப்படுகின்றன.

நான்கு வகையான உறுப்புகளுக்கிடையே ஒருவகை ஒற்றுமை இருப்பதாகக் கூறப்பட்டபோதிலும் இதே அடிப்படையில் பல ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டுவந்தபோதிலும் இவைகளுக்கிடையே தெளிவான முறையில் பிரித்தறியக்கூடிய நிச்சயமான இயல்பு ஏதும் இல்லாத நிலையில் ஒரு செடி நான்கு வகையான உறுப்புக்களினுலானது என்ற அடிப்படையில் மேற்கொண்டு, செடியின் வளர்ச்சிமுறையைப் (development) பொருத்தும், உள் அமைவு (Internal organization) திசுக்களின் பொதுவான இயல்புகளைக் குறித்தும் இப்பொழுது கவனிப்போம்.

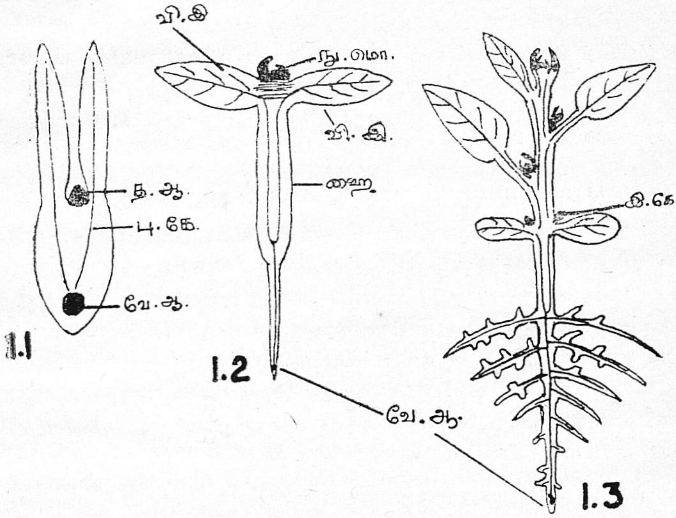
## செடியின் வளர்ச்சிமுறை (Development of plant body)

ஒவ்வொரு செடியின் வளர்ச்சியும் முதன்முதலாக ஸைகோட் (zygote) என்று சொல்லப்படுகின்ற ஒரு ஸெல்லிலிருந்து ஆரம்பித்து, தொடர்ந்து மேற்கொள்ளும் வளர்ச்சியின் காரணமாக, கருவாக (embryo) மாறிக் கடைசியில் ஒரு முதிர்ச்சியடைந்த ஸ்போரோஃபைட்டாக (sporophyte) ஆகின்றது. இது ஒரு பொதுவான நிகழ்ச்சியாகும். இதில் ஸெல் பிரிதல்களும் (cell-divisions) இவ்வாறுண்டான ஸெல்கள் விரிவடைதலும் (enlargement), மேற்கொண்டு வேறுபாடுறுதல்கள் அடைதலும் (differentiation) இதன் காரணமாக ஒத்தஇயல்புகளுடைய ஸெல் திரள்கள் உண்டாதலும், இவ்வாறு ஏற்படுகின்ற ஸெல் திரள்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஒவ்வொரு திசுவகையினதாகவும், திசுதொகுப்புகளாகவும் (tissue systems) ஏற்படுகின்ற நிகழ்ச்சிகளெல்லாம் ஒவ்வொரு செடியின் வளர்ச்சியிலும் உண்டாகியிருக்கின்ற பொது நிகழ்ச்சிகளாக இருக்கின்றன. இந்த வகையில் ஏற்படுகின்ற வளர்ச்சி மாற்றங்களுக்குத் தக்கவாறு அந்தந்த குறிப்பிட்ட வளர்ச்சி நிலைகளில் வளர்ந்துகொண்டுவரும் ஒரு செடியைப் பார்க்கும்பொழுது ஸைகோட் (zygote) நிலையிலிருக்கும்பொழுது ஒரே ஒரு ஸெல்லாகவும் அது கருநிலைமை அடையும்பொழுது பல ஸெல்களாலானதும் ஆனுல் அந்த சமயத்தில் எளிய வெளி அமைப்புகளைப் பெற்றும் கடைசியாக அதுவே மேற்கொண்டு வளர்ந்துவரும் பொழுது சிக்கலானதும் விரிவடைந்ததுமான வெளிப்புற அமைப்புகளைப் பெற்றும் இந்த வெளிப்புற நிலைகளுக்குத் தக்கவாறு உள்ளமைப்புகள் விரிவடைந்தும் அதிக அளவில் வேறுபாடுற்றும், சிக்கலான அமைப்புகளைப் பெற்றும் மாறி வருகின்றது. இந்த உண்மையை ஆதாரமாகக் கொண்டு ஆராயும்பொழுது ஒரு செடியின் கருவை (படம் 1.1) அதனுடைய முதிர்ச்சியடைந்த நிலையிலுள்ள முழுச்செடியுடன் (படம் 1.3) ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது எளிய அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றதைப் பார்க்கலாம். எளிய

அமைப்பு என்று கூறப்படுவதற்குக் காரணம், கருவின் பாகங்களின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்தமட்டில் மிகக் குறைவாக அதாவது ஒவ்வொரு கருவும் ஒரு ஆக்ஸிஸைப் (axis) பெற்று அதன் ஒரு பக்கத்தில் விதை இலை அல்லது இலைகளும் (cotyledons) பெற்றிருக்கின்றதைப் பார்க்கலாம் (படம் 1.1). மேலும் இப்படிப்பட்ட புற அமைப்பைப் பெற்றுள்ள கருவின் உள்ளமைப்பைக் குறித்து பார்க்கும்பொழுது, அதிலடங்கியிருக்கின்ற ஸெல்கள், திசுக்கள் அதிக அளவு வேறுபாடற்றும், மாறுபடாத நிலையிலும், ஏறக்குறைய ஒரே வகையான ஸெல்களாகவும் திசுவாகவும் இருப்பதையும் பார்க்க முடிகின்றது. எப்படி இருந்தபோதிலும் கருவின் எதிர் எதிராக அமைந்துள்ள இரு நுனிப் பாகங்களிலும் மேற்கொண்டு வளர்ச்சி ஏற்படுத்துவதற்கு ஆதாரமான நுனி ஆக்குத்திசுக்கள் (apical meristems) அமைந்திருக்கின்றன (படம் 1.1). விதை இலைகளுக்கு இடைப்பட்ட நுனி பாகத்தில், அல்லது ஒருவிதை இலைகொண்டவற்றில், அதை அடுத்தும் தண்டு நுனி ஆக்குத்திசுவும் (shoot apical meristem) மற்றொரு நுனியில் வேர் நுனி ஆக்குத்திசுவும் அமைந்து, இவைகள் முறையே, தண்டும் தண்டின் உறுப்புக்களையும், வேரும் வேரின் கிளைகளையும், பக்க வேர்களையும் உண்டாக்குகின்றன (படம்1.2). விதைகள் முளைக்கத் தொடங்கிய பிறகும் மேற்கொண்டு வளர்ச்சியுறும்பொழுதும் வேறு வகையான (இனங்களைப் பொருத்து) ஆக்குத்திசுக்களுண்டாகி வளர்ச்சி விரிவடைந்து ஏற்படுவதும், திரும்பத் திரும்ப, மேற்கூறப்பட்ட மூன்று அல்லது நான்கு வகையான உறுப்புக்களைத் தொடர்ந்து உண்டாக்கிக் கொண்டு வருவதும் சாதாரண வளர்ச்சியின் நிகழ்ச்சிகளாக இருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

ஒவ்வொரு செடியின் வளர்ச்சியின் தொடக்கத்தில் பிரைமரி ஆக்குத்திசுக்களினால் (primary meristem) உண்டாக்கப்பட்டும் மேற்கொண்டு வளரும்பொழுதும் அடுத்தடுத்து உண்டாகின்ற உறுப்புக்களும் தொடக்க வளர்ச்சி அல்லது பிரைமரி வளர்ச்சியைப் (primary growth) பெறுகின்றன. மேலும் இந்த பிரைமரி வளர்ச்சி அடைந்திருக்கின்ற செடியின் பாகங்களில் ஏற்பட்டிருக்கின்ற திசுக்கள், பிரைமரித் திசுக்களாக மதிக்கப்படுகின்றன. குறிப்பாக, ஒருவிதைஇலைத் தாவர இனங்களிலும் (Monocotyledons), வாஸ்குலார் கிரிப்டோகாம்ஸ்களிலும் (Vascular cryptogams), இருவிதையிலைத் தாவர இனங்களைச் சேர்ந்த அனேகக் குறுஞ்செடிகளிலும் (herbs) தொடக்கத்தில் ஏற்படுகின்ற பிரைமரி வளர்ச்சி, கடைசி வரையிலும் அதே வளர்ச்சி முறையில் வளர்ந்து, அவைகளினுடைய வாழ்வு முடியும்வரை இருக்கின்றது. ஆனால், இந்த வகை வளர்ச்சிக்கு மாறாக, ஜீம்னோஸ்பர்ம்ஸ்கள் (Gymnosperms) அனேக இருவிதைஇலைத் தாவர இனங்கள் (Dicotyledons), சில

ஒருவிதையிலைத் தாவர இனங்கள் (Monocotyledon) முதலியவைகளில் வேறுவகையான வளர்ச்சி முறைகள் பிரைமரி வளர்ச்சி ஏற்பட்டு முடிவுற்ற பாகங்களிலும் உறுப்புக்களிலும் உண்டாகின்றது. மொத்தத்தில் பார்க்கும்பொழுது இவைகளின் வளர்ச்சி இருவகைகளில் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கின்றது. இவைகளில் பிரைமரி வளர்ச்சி ஏற்பட்ட பிறகு உண்டாகின்ற வளர்ச்சி ஸெகண்டரி வளர்ச்சி (secondary growth) என்று கூறப்படுகிறது. இந்த ஸெகண்டரி வளர்ச்சியினால் செடிகள் பருமன் அல்லது அகலப்




படம் 1.

படங்கள் 1.1—1.3. ஒரு இரட்டை விதையிலைத் தாவரத்தின் வெவ்வேறு வளர்ச்சி நிலைகளைக் குறிக்கும் நீள்வெட்டுத் தோற்றங்கள்.

1.1-கரு; 1.2-நாற்று; 1.3-முதிர்ந்த தாவரம்

த. ஆ. தண்டு நுனி ஆக்குத்திசு; பு. கே. புரோகேம்பியம்; வே. ஆ. வேர் நுனி ஆக்குத்திசு; வி. இ. விதையிலை; நு. மொ. நுனிமொட்டு; ஹை. ஹைப்போகாட்டில்; இ. கோ. மு. இலைக்கோணமொட்டு.

போக்கில் அதிகரிப்பு அடைகின்றன. இருவிதையிலைத் தாவர இனங்களிலும், ஜீம்னோஸ்பர்ம்ஸ்களிலும் ஏற்படுகின்ற ஸெகண்டரி வளர்ச்சி, ஸெகண்டரி ஆக்குத்திசுக்களாகிய (secondary meristems) வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் (vascular cambium), ஃபெல்லோஜன் அல்லது கார்க் கேம்பியம் (phellogen or cork cambium) என்பவற்றால், செடி இனங்களின் குறிப்பிட்ட பாகங்களில் நிகழ்கின்றன. ஆனால் பாமி (Palmae) என்ற குடும்பத்திலும், சில வகைக் கிழங்குகளிலும் (tubers) பருமன் அல்லது அகலம்

அதிகரிப்பு வேறு ஒருவகையான, பிரைமரி பருமனுக்கும் திசு (primary thickening meristem) என்று சொல்லப்படுகின்ற, தனிப் பட்ட ஆக்குத்திசுவினுலோ அல்லது வேறு சில உதாரணங்களில் ஆதாரத்திசு (ground meristem) பாரங்கைமா ஸெல்கள் ஆக்குத் திசு செயலிலீடுபட்டு (meristematic activity) பரவலான முறையில் அமைந்திருந்து, அதாவது குறிப்பிட்ட பாகங்களில் அமையாம லிருந்து, பருமன் அல்லது அகலம் அதிகரிப்பு ஏற்படுத்துகின்றன இந்த வகையில் ஏற்படுகின்ற ஸெகண்டரி வளர்ச்சி பரவலான ஸெகண்டரி வளர்ச்சி (diffuse secondary growth) என்று கூறப்படு கின்றது. ஸெகண்டரி ஆக்கத்திசுக்களினுல் உண்டாக்கப்படுகின்ற திசுக்களையெல்லாம் ஸெகண்டரி திசுக்கள் (secondary tissues) என்றும் ஸெகண்டரி திசுக்களினுல் ஆக்கப்பட்ட செடியின் பாகங் களை ஸெகண்டரி பாகங்கள் (secondary parts) என்றும் கூறப்படு கின்றன.

**உள்ளமைப்பு** (internal organization) ஒவ்வொரு செடியும் பல்லாயிரக்கணக்கான ஸெல்களினுலும் எல்லா வகைகளிலும் ஒத்த இயல்புகளுடைய ஸெல்கள் ஒன்றுசேர்ந்து ஒத்த இயல்புகளுடைய திசுவாகவும், பலதரப்பட்ட இயல்புகளுடைய திசுக்கள் ஒன்று சேர்ந்து இனத்திற்கும், உறுப்புகளுக்கும், பாகங்களுக்கும் தக்க வாறு குறிப்பிட்ட முறைகளில் அமைந்திருப்பதைக் கண்கூடாகப் பார்க்கலாம். செடி இனங்கள் எல்லாவற்றிலும் அறிமுகமான திசுவகைகளெல்லாம் ஒன்றுசேர்ந்து இருப்பதில்லை. இதுபோல் செடி இனங்களைப் பொருத்து வெவ்வேறு வகையானத் திசுக்கள் வெவ்வேறு வகையில் உண்டாகியிருக்கலாம். வேறுவகையில் கூறப்போனுல் சிலவகைத் திசுக்கள் அதிக அளவிலும், வேறு சில வகைகள் குறைந்த அளவில் கலந்தும் காணப்படுவதுண்டு. இன்னும் சில வகைகள் தோன்றுமலுமிருக்கலாம். இந்த வகைகளில் செடியினங்களில் திசுக்களைப் பொருத்து பல வழிகளில் பல வகை யான வேறுபாடுகள் காணப்பட்டபோதிலும் திசுக்களின் அமைப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில், அளவில் அமைந்திருப்பதும் அந்த வகையில் அவைகள் ஒவ்வொரு சிற்றினத்திற்கும் அல்லது பேரினத்திற்கும் உரிய சிறப்பான முறையிலும் இருப்பதை சீர்தூக்கிப் பார்த்தால் இப்படிப்பட்ட மாறுபடுகின்ற திசுவகை களைக் கொண்டு, செடி இனங்களைப் பிரித்தறிவதற்கும், அவை களுக்கிடையேயுள்ள உறவுகளை (affinities) அறிந்து கொள்வதற்கும் பெரிதும் பயன்படுவதாக இருக்கின்றன.

செடியினங்களில் பொதுவாகவும் சாதாரணமாகவும் காணக் கிடக்கின்றத் திசுக்களாவன :— ஆக்குத்திசுவும் அதன் வகைகளும் (meristems); புறத்தோல் (epidermis); பெரிடெர்ம் (periderm);

பாரங்கைமா (parenchyma); கோலங்கைமா (collenchyma); ஸ்கில ரங்கைமா (sclerenchyma); வாஸ்குலார் திசுக்களாகிய (vascular tissues) சைலமும் (xylem) ஃபுளோயமும் (phloem) ஆகும். இந்தத் திசுவகைகளைத் தவிர்த்து வேறு சிலவகையான, தனிப்பட்ட, சிறப்பான திசு வகைகளும் ஸெல்களும் சில குறிப்பிட்ட இனங்களில் காணப்படுவதுண்டு. அவைகளாவன : பால் சுரப்பிகள் (laticifers) தடிப்புற்ற ஸெல்களும் (sclereids) அவைகளின் பல வகைகளும் பலவகையான சுரப்பிகள் [ரெஸின் (resin); பிஸின்(gum)]; எண் ணெய்க் குழாய்கள் அல்லது குழிகள் (oil ducts or cavities); ஸ்டோ மாட்டாக்கள் (stomata); பலவகையான பொருள்களைப் பெற் றிருக்கின்ற, தனிப்பட்ட ஸெல்கள் (idioblasts) முதலியனவாகும். ஒரு செடியில் அமைந்திருக்கின்ற திசு வகைகளையும், ஸெல்களையும் ஆராய்ந்து பார்த்தால் அவைகள் எல்லாம் தோன்றி, வளர்ந்து வருகின்ற காலங்களில் உயிருற்றவைகளாக இருக்கின்றன என் பதும் பிறகு அவைகள் முதிர்ச்சியையும், செயல்படுவதற்கான பக்குவத்தையும் அடைகின்ற காலங்களில் அவ்வகைளில் ஒரு சில உயிரற்றவைகளாக மாறிவிடுவதும், வேறு சில வகைகள் தொடர்ந்து உயிருற்றவைகளாகக் கடைசிவரையில் இருக்கின்றன என்பதும் தெரியவருகின்றது. இந்த உண்மையின் அடிப்படையில் ஒரு முழு வளர்ச்சி அடைந்த செடியின் பாகங்களைக் கவனிக்கும் பொழுது அவைகளில் உயிருற்ற ஸெல்களும் உயிரற்றவைகளும் இணைந்து இனங்களுக்கு உரிய முறையில் அமைந்திருக்கின்றன. ஆதலால், செடி இனங்களெல்லாம் உயிரினங்கள் என்று பொதுப் படையாகக் கூறப்பட்டாலும், உண்மையில் பார்க்கப்போனல் ஒவ்வொரு இனத்திற்கும் வெவ்வேறு அளவில் உயிருற்ற திசுக் களையும், உயிரற்றவைகளையும் பெற்றிருந்தாலும், ஒரு செடி இனத் தைப் பொருத்தமட்டில் அவைகள் ஒன்று சேர்ந்து, ஒற்றுமையுடன் இணைந்து செயல்படுகின்றன என்ற வகையில், செடி இனங்களை உயிரினங்களாக வாழக்கூடிய சூழ்நிலையை ஏற்படுத்திக் கொடுக் கின்றன. மேலே குறிப்பிட்ட வெவ்வேறு வகையான திசுக்களும் ஸெல்களும் எவ்வாறு வெவ்வேறு ஆக்குத்திசுக்களிலிருந்து உண்டா கின்றன என்பதைக் குறித்து பின்வரும் அத்தியாயங்களில் விரிவாகத் தெரிந்து கொள்வோம்.

### ஸெல், திசு வகைகளின் இயல்புகளின் சுருக்கம் (Summary of cell and tissue characteristics)

செடி இனங்களில் காணப்படுகின்ற பல்வேறு வகையான ஸெல் கள் எல்லாம் அவை அவைகளுக்கான ஆக்குத்திசுக்களிலிருந்து உண் டாகின்றன. ஆக்குத்திசுக்களிலிருந்து உண்டான ஸெல்களை, தோன் றல்களென்று (derivatives) கூறப்படுகின்றன. இந்தத் தோன்றல் கள் வெவ்வேறு வகையிலும் வெவ்வேறு அளவிலும் தொடர்ச்சி

யாக வளர்ச்சி மாற்றங்களை அடைந்து கடைசியாக அவையவை களுக்கு உரித்தான சிறப்பியல்புகளை அடைகின்றன. சில செல்கள் மற்றவைகளைவிட அதிக அளவில் மாறுதல்களை அடைகின்றன. இந்த வகைகளில் திசு வகைகளையும் செல் வகைகளையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது அவைகளெல்லாம் வெவ்வேறு அளவிற்கு மாறி முற்போக்கு(specialized)வகைகளாக மாறுகின்றன என்ற உண்மை தெரிய வருகின்றது. உதாரணமாக, பாரங்கைமா செல்கள் மிகக் குறைந்த அளவிற்கு வளர்ச்சி மாற்றங்களை அடைந்து, ஒரு குறிப் பிட்ட அளவிற்கு (ஆனால் குறைவான அளவிற்கு) முற்போக்குத் தன்மையை அடைகின்றன. அதேசமயத்தில் வெவ்வேறு வகையான ஸ்கிலரங்கைமா செல்வகைகளும், வெஸல்களும் (vessels), அதிக அளவில் வளர்ச்சி மாற்றங்கள் அடைவதின் மூலம் முற்போக்குத் தன்மையை அடைகின்றன. வளர்ச்சி மாற்றங்கள் குறைந்த அள விற்கு ஏற்பட்டு, குறைந்த அளவிற்கு முற்போக்குத் தன்மையை அடைகின்ற பாரங்கைமா செல்கள், சைட்டோபிளாஸத்தைப் பெற்றும், இதன் காரணமாக, செயல், உருவம் பொருத்தமட்டில் மாறுபடுகின்ற சக்தியைப் பெற்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் பிற்போக்கு வளர்ச்சி மாற்றங்களின் (dedifferentiation) மூலம் திரும்பவும் ஆக்குத்திசுவின் வேலையில் ஈடுபடக்கூடிய தன்மையைப் பெற்று காணப்படுகின்றன. இதற்குக் காரணம், அவைகள் அதிக அளவில் வளர்ச்சி மாற்றங்களை அடையாததாகும். ஆனால், அதிக அளவில் வளர்ச்சி மாற்றங்களடைகின்ற செல்கள் தடிப்பான செல்லுறைகளைப்பெற்று சைட்டோபிளாஸத்தையும் இழந்து உயிரற்றவைகளாக மாறியும் விடுகின்ற காரணத்தினால், அவைகள் அமைப்பைப் பொருத்தோ அல்லது உருவத்தைப் பொருத்தோ மீண்டும் மாற்றங்கள் அடைவதுமில்லை. மேலும் முன்வகையைப் போன்று, பிற்போக்கு வளர்ச்சி மாற்றங்களின் மூலம் ஆக்குத் திசுவின் செயல்களில் ஈடுபடுவதுமில்லை. அதாவது, இவைகள் எல் லாம் திரும்பவும் மாற்றமுறுவதற்கான சக்தியை இழந்துவிடு கின்றன. இதிலிருந்து ஊகித்தறியக்கூடிய கருத்து என்னவென்றால் ஒரு செல் ஒரு குறிப்பிட்ட போக்கில் வளர்ச்சிமாற்றம் அடைந்த பிறகு திரும்பவும் பிற்போக்கோ அல்லது மேற்கொண்டு மாற்றங் களடைவதோ, அவைகள் அடைகின்ற, தொடக்க வளர்ச்சி மாற்றங் களின் அளவைப் பொருத்திருக்கின்றது. சுருங்கக்கூறின் வளர்ச்சி மாற்றங்களின் அளவு குறைவாக ஏற்பட்டால் பிற்போக்கு அல்லது வேறுவகையான மாற்றங்கள் அடைவதற்கு வேண்டிய சக்தி கிடைக் கின்றது என்றும், அதிக அளவில் ஏற்படும்பொழுது, இந்த சக்தி அற்றுப் போகின்றது என்றும் தெரிகின்றது. இந்த இருவகையான அளவுகளில் வளர்ச்சி மாற்றங்களை அடையக்கூடிய செல் வகை

களுக்கிடையே, இடைப்பட்ட ஆனால் வெவ்வேறுஅளவுகளில் அமைப்பு, செயல் முதலியவைகளைப் பொருத்து மாறுபட்டு முற் போக்குத் தன்மையை அடையக்கூடிய ஸெல் வகைகளுமுண்டு. இப்பொழுது, செடி இனங்களில் சாதாரணமாகக் காணக்கூடிய திசு வகைகளைக் குறித்து சுருக்கமாகத் தெரிந்து கொள்வோம்.

1. புறத்தோல் (Epidermis): இந்தத்திசு சாதாரணமாக ஒரு செடி பிரைமரி வளர்ச்சியுற்ற பாகங்களிலெல்லாம் வெளிப்புறமாக, மேற்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற திசுவாகும். இதன் ஸெல்களுக்கு இடையிடையே ஸ்டோமாட்டாக்கள், வேர்த்தூவிகள் (root hairs) சில சமயங்களில் கேசங்கள் (hairs) பல வகையான சுரப்பிகள் உண்டாவதினால் (secretory structures) தொடர்ச்சியற்றுப் போகின்றன. இருந்தபோதிலும், இந்த புறத்தோல் உள்ளடங்கிய திசுக்களுக்கும் இவைகளினால் மூடப்பட்ட பாகங்களுக்கும் தக்க முறையில் பாதுகாப்பு அளிப்பதோடல்லாமல், நீராவிப்போக்கு (transpiration) காற்றோட்டம் (aeration) முதலியவைகளைச் சீர்படுத்தவும் சூழ்நிலைகளுக்கேற்பக் கட்டுப்படுத்தவும் பயன்படு கின்றது. நிலத்திற்கு மேலாக இருக்கின்ற செடிப்பாகங்களின் புறத்-தோலின் ஸெல்கள் மேற்புறமாக கூட்டின் (cutin) என்ற ஒருவகைப் பொருளாலான கூட்டிக்கில் (cuticle) என்ற அடுக்கு பொதுவாக வெவ்வேறு தடிப்புத் தன்மையுடனும், அமைப்புடனும், தோற்றத் துடனும் அமைந்திருக்கின்றது (படம்16-28). ஆனால் தண்டுகளும் வேர்களும் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி அடைகின்றபொழுது, பிரைமரி வளர்ச்சி ஏற்படுகின்ற, ஏற்பட்ட பாகங்களிலிருக்கின்ற புறத்தோல், முற்றிலும் மாறுபட்ட வேறு ஒருவகையானதும் பெரிடெர்ம் (periderm) என்று சொல்லப்படுவதுமான திசுவினால் நீக்கப்படு கின்றது. புறத்தோல், நுனி ஆக்குத்திசுவின் டூனிக்கா (tunica) என்ற அடுக்கினாலுண்டாக்கப்படுகின்றது. (இதன்தோற்றத்தை வெவ் வேறு கோட்பாட்டின்படி, டெர்மடோஜனி (dermatogen) லிருந்தும் அல்லது புரோட்டோடெர்மிலிருந்தும் (protoderm) உண்டாவதாகவும் கூறப்படுகின்றது.

2. பெரிடெர்ம் (Periderm): இது ஸெகண்டரி ஆக்குத்திசுவாகிய ஃபெல்லோஜன் (phellogen) அல்லது கார்க் கேம்பியத் (cork cambium) திலிருந்து உண்டாகின்றது. பெரிடெர்மில், ஃபெல்லம் (phellem) என்று கூறப்படுகின்ற கார்க் திசுவும் (cork tissue)ஃபெல் -லோடெர்ம் (phelloderm) என்று சொல்லப்படுகின்ற உட்புறத் திசுவையும் பெற்று, இந்த மூன்று வகையானத் திசுக்களும் ஒருங்கே சேர்ந்தமைந்த, [வெவ்வேறு வகையானத் திசுக்களின் (ஃபெல்லம், ஃபெல்லோஜன், ஃபெல்லோடெர்ம்)] கூட்டு அமைப்பைப் பெரி

டெர்ம் என்று கூறுகின்றோம். செடியின் பாகங்களில் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படும்பொழுது, இந்த வகையில், அவைகளுக்கு வெளிப் புறமாக ஏற்படுகின்ற ஸெகண்டரி மாற்றங்களைக் குறிப்பதாகும். இதன் விளைவாக, முன் கூறியபடி, முதலில் தோன்றிய புறத்தோல் அகற்றப்பட்டு, அந்தப் பகுதிகளில் இந்த பெரிடெர்மைக் காண லாம். ஃபெல்லோஜன் அல்லது கார்க் கேம்பியம், தண்டு, வேர் முதலியவைகளின் வெவ்வேறு திசுப்பகுதிகளிலிருந்து உண்டாக லாம். உதாரணமாக, இது புறத்தோலிலேயே தோன்றலாம். அல்லது புறணிப்பாகத்தில் வெவ்வேறு பகுதிகளிலிருந்தும் தோன்ற லாம். அல்லது ஃபுளோயத்திலிருந்தும் அல்லது வேரின் பெரிஸைக் கிலில் (pericycle) இருந்தும் தோன்றக்கூடும். இவ்வாறு இந்த வகை ஆக்குத்திசு தோன்றிய பிறகு, அதற்கு வெளிப்புறமாக இது கார்க் அல்லது ஃபெல்லம் என்ற நெருக்கமாக ஸெல்கள் அடங்கி யதும், மட்டமான பரப்புகளை (tabular) உடையதும், சுபரின் (suberin) கலந்த ஸெல்லுறைகளையுடையதுமான ஸெல் அடுக்குகளை யும், அதற்குட்புறமாக பாரங்கைமா ஸெல்களினாலான ஃபெல்லோ டெர்ம் என்ற திசுவையும் உண்டாக்குகின்றது. சில வேளைகளில் ஃபெல்லோடெர்ம் ஏற்படாமல் போவதுமுண்டு.

3. பாரங்கைமா (Parenchyma): இது சாதாரணமாக, செடியின் எல்லா பாகங்களிலும் பிரைமரி, ஸெகண்டரி வளர்ச்சியுற்ற, வளர்ச்சியுறுகின்ற பாகங்களில் எல்லாம் ஏறக்குறைய அதிக அளவில் காணப்படக்கூடியத் திசுவாகும். இதனுடைய ஸெல்கள் உயிருற்றவைகளாக இருப்பதுடன், இவைகள் சில குறிப்பிட்ட நிலைகளில் மேற்கொண்டு மாற்றங்களைஅடையக்கூடிய சக்தியைப் பெற்றிருக்கக் கூடியவையாகும். பாரங்கைமா ஸெல்கள் பொது வாக, பலபக்க வடிவங்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. ஆனால் சில உதாரணங்களில் இவைகளின் வடிவம் நட்சத்திரம் போன்றும் (stellate) அல்லது நீண்டும் அல்லது லோபட் (lobed) ஆகவுமிருப்ப துடன் இவைகள் பலதரப்பட்ட வேலைகளையும், உதாரணமாக, ஒளிச்சேர்க்கையில் பங்குகொள்ளுதல், சேமிக்கும் செயலைப் புரிதல் (storage) சுரக்கும் வேலைசெய்தல் (secretory), காயங்களுண்டாகும் போது, அவைகளைச்சரிபடுத்தி மூடுதல் (wound healing), மாற் றிடத்து அமைப்புகளை (adventitious structures) உண்டாவதற்கு உதவுதல் போன்ற இன்னோரன்ன செயல்களில் ஈடுபடுகின்றன. இவைகளின் ஸெல்லுறைகள் (cell walls) சாதாரணமாக பிரைமரி ஸெல்லுறையாக (primary cell wall) இருக்கின்றது. அல்லது சில வேளைகளில், ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகளையும் பெற்றிருப்பதுண்டு. இந்தப் பாரங்கைமாத் திசு பல மூலங்களிலிருந் தோற்றுவிக்கப்படுது

கின்றது. இன்னும் பார்க்கப்போனால் இந்தத்திசு ஒரு புராதனத் திசுவாகவும், முதன்முதலாக உண்டாகிய திசுவாகவும், வரலாற்றினடிப்படையில் கூறப்படுகின்றது.

4. கோலங்கைமா (Collenchyma) : இந்த வகைத் திசு, ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களைவிட, இருவிதையிலைத் தாவர இனங்களின் பிரைமரி வளர்ச்சியுற்ற பாகங்கள் பலவற்றில், உதாரணமாக, இளந்தண்டு, இலைகள், இலைக்காம்புகள் (petioles) இலை நரம்புகள் (veins), புறணிப்பாகங்கள் முதலியவற்றில் சர்வ சாதாரணமாக உண்டாகி இருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படங்கள் 9.1, 9.4, 9.9.). இந்தத் திசு, பாகங்களையும் இனத்தையும் பொருத்து தொடர்ச்சியாகவோ அல்லது தொடர்ச்சியற்று, பார்ப்பதற்கு (குறுக்கு வெட்டில்) சிறு முடிச்சுகளாகவோ, ஆனால் அதே சமயத்தில் (உயரப்போக்கு வெட்டில்) தொடர்ச்சியான உயரப்போக்கு இழைக்கற்றைகள் (vertical or longitudinal strands) போன்றோ, தண்டு, இலைகள் முதலியவற்றில் ஒரு சில குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் மட்டும், தோன்றியிருக்கக் கூடும். இதுவும் பாரங்கைமாப் போன்ற ஒரு உயிருற்றத் திசுவாகும். சில வகைகளில் இந்தத் திசுவிற்கும், பாரங்கைமாத் திசுவிற்கும் வேறுபாடில்லாமலிருக்கவும் கூடும். இந்தத் திசு முக்கியமாக இளம்பாகங்களுக்கும் உறுப்புக்களுக்கும் வலிவைக் கொடுக்கக்கூடியதொன்றாக அமைந்திருக்கின்றது. கோலங்கைமா செல்களின் வடிவம் சம பக்கங்களைப் பெற்றுச் சிறியதாகவும் அல்லது நீண்ட வடிவத்தை உடையதாகவும் காணப்படுகின்றது. இவைகளுடைய செல்லுறைகள் சமமற்ற முறையில் தடிப்புற்றும் குறிப்பிடத்தக்க வெவ்வேறு வகையிலும், அளவிலும், பிரைமரி செல்லுறைகளைமட்டும் பெற்றிருக்கின்றன. இதனுடைய செல்லுறைகள் பார்ப்பதற்கு (சாயப்படுத்தாமல்) ஒருவித பளபளப்புடனும் முத்து வெண்மைப் போன்ற நிறத்துடனும் காணப்படுவதிலிருந்து இந்தத் திசுவை எளிதில் கண்டறிய முடியும். இந்தத் திசு வேர்ப்பாகங்களில் சாதாரணமாகக் காணப்படுவதில்லை.

5. ஸ்கிலரங்கைமா (Sclerenchyma) : இது ஒரு வகையான உயிரற்றத் திசுவாகும். இது செடியின் பாகங்களில் தொடர்ச்சியாகவோ அல்லது தொடர்ச்சியற்றோ அமைந்திருக்கின்றது. இது பிரைமரி, செகண்டரி வளர்ச்சியுற்ற பாகங்களிலும் காணப்படும். இதுவும் கோலங்கைமாத் திசுவைப் போன்று வலிவைக் கொடுக்கக்கூடியத் திசுவான போதிலும், குறிப்பாக இது முதிர்ச்சியடைந்த பாகங்களுக்கு வலிவைக் கொடுக்கின்றது. இந்தத் திசுவில் இரு வகை செல்கள் இருக்கின்றன. ஒன்று நார்த்திசு (fibres) என்றும்,

மற்ருென்று தடிப்புற்ற ஸெல்கள் (sclereids) என்றும் பிரிக்கப்படு கின்றது. எப்படியிருந்த போதிலும் இவைகளின் ஸெல்லுறைகள் அதிக அளவில் லிக்னின் கலந்த ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகளிஞல் தடிப்புற்றும், சில வேளைகளில் இந்த ஸெல்லுறைகள் அடுக்கு களாகவும் காணப்படுவதுண்டு (படம் 10.10). இது சாதாரண மாக பக்குவமடைந்த நிலையில் உயிரற்றத் திசுவாக இருக்கின்றது. ஸ்கிலரங்கைமாத் திசுவின் ஒருவகையான நார்த்திசு (fibres) உயரப்போக்கில் பல மடங்கு நீண்டும் மிகக் குறைந்த அகலத் தையும், இதன் ஒவ்வொரு ஸெல்லும் மத்திய பாகத்தில் சிறிது பெருத்தும், நுனிப் பாகங்கள் சிறுத்தும், குவிந்தும் காணப்படும் (படம் 4.13). ஆனுல் தடிப்புற்ற ஸெல்கள் எனும் மற்ருெரு வகை யில் சாதாரணமாகப் பல வடிவங்கள் காணப்படுகின்றன.

6. ஸைலம் (Xylem): இது ஒரு முக்கியமான திசுவாகும். இது அமைப்பைப் பொருத்தும் செயலைப் பொருத்தும் பார்க்கும் பொழுது, பலவகைத் திசுக்களிஞலானக் கூட்டுத்திசு (complex tissue) என்று கூறவேண்டும். இந்தத் திசு, நீர் செலுத்துதல், உணவு சேமித்தல், ஆதரவு (support) கொடுத்தல் போன்ற செயல்களில் பங்கு கொள்கின்றன. இந்தத் திசு இரு மூலங்களி லிருந்துத் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது. பிரைமரி வளர்ச்சி ஏற்படும் பொழுது பிரைமரி பாகங்களிலிருக்கின்ற ஸைலம் புரோக்கேம்பியம் (procambium) என்ற ஆக்குத்திசுவிலிருந்தும், ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கின்ற பகுதிகளில் வாஸ்குலார் கேம்பியத் திஞலும் (vascular cambium) உண்டாக்கப்படுகின்றது. இதில் நீரைச் செலுத்தக்கூடிய முக்கியமான ஸெல் வகைகள், வெஸல்களும் (vessels), டிரக்கீட்களுமாகும் (tracheids) (படங்கள் 11.5-9). இவைகளிரண்டில் வெஸல்கள் ஸெல்களை ஒன்றன் மேலொன்ருக உயரப்போக்கில் கொண்டிருக்கின்றன. ஆனுல் டிரக்கீட்களோ, நுனிப்பாகங்களில் ஒன்றுடன் மற்ருென்று பின்னப்பட்ட நிலை யிலோ அல்லது படிவுற்ற நிலையிலோ (overlapping) காணப்படு கின்றன. ஸைலத்தில் உணவு சேமிப்பைச் செய்வதற்குப் பாரங்கைமாத் திசுவும், ரேத் திசுவும், வலிவையும் ஆதாரத்தையும் கொடுப்பதற்கு நார்த்திசுவும், தடிப்புற்ற ஸெல்களும் உண்டாகி, சேர்ந்து காணப்படுகின்றன. வெஸல்கள், டிரக்கீட்களைவிட மிகவும் முன்னேற்றமும் உன்னத இயல்பையும், உயர்ந்த நிலையையும் அடைந்துள்ளவைகளாகவும், டிரக்கீட்களின் சராசரி உயரத்தைப் பொருத்தமட்டில் வெஸல்களினுடையதைவிடப் பன்மடங்கு நீண்டும் இருக்கின்றன. அதே சமயத்தில் டிரக்கீட்கள் பன் மடங்கு சிறுத்து குறுகலாக இருக்கின்றன. ஸைலம் என்றக்

கூட்டுத்திசு, அமைப்பில், பக்குவமடைந்த நிலையில் உயிருற்றதும் உயிரற்றதுமானத் திசுக்களை ஒன்றுசேர்த்துக் கொண்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

7. ஃபுளோயம் (Phloem): இதுவும் சைலம் போன்று, பல வகைத் திசுக்களினாலானக் கூட்டுத் திசுவாகும். இதுவும் சைலமும் அனேகமாக ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணைந்து ஒருவிதத் தொடர்புடன் காணப்படுவதோடு மட்டுமல்லாமல் செடியின் எல்லாப் பாகங்களிலும் உண்டாகியிருக்கக் கூடியவைகளாகும். இது, உணவுப் பொருளைச் செலுத்துதல், சேமித்தல், ஆதரவு கொடுத்தல் போன்ற வேலைகளைச் செய்கின்றது. இந்தத் திசுவில் முக்கியமாக சல்லடை செல்கள் (sieve cells) என்றும் சல்லடைக் குழாய் செல்கள் (sieve tube members) என்றும் இருவகைகளிருக்கின்றன. இவைகள் பக்குவமடைந்த நிலைகளில், நூக்ளியஸ் மட்டுமற்றுக் (enucleate) காணப்படுவது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க, இவைகளுக்கே உரிய, சிறப்பியல்பாகும். மேலும் இவைகளின் பக்க (lateral), நுனி, உறைதளில் (end walls) ஒரு சிறப்பான சல்லடைப் போன்ற அமைப்பு காணப்படுகின்றது (படம் 12.1). அதனால், இவைகளுக்கு இப்பெயர் வழங்கவும் காரணமாகின்றது. இவைகளின் அமைவு முறை, உணவு சேமிக்கும் பாரங்கைமாவைப் பெற்றிருத்தல், வலிவையும் ஆதாரத்தையும் கொடுக்கக்கூடிய நார்த்திசுக்கள், தடிப்புற்ற செல்கள் பெற்றிருத்தல் போன்ற வகைகளில் இந்தத் திசு சைலத்தை ஒத்திருக்கின்றது.

8. சுரக்கும் அமைப்புகள் (Secretory structures): இவைகள் பலவகையான பொருள்களைச் சுரக்கின்ற தனிப்பட்ட செல்களாகவோ அல்லது ஏறக்குறைய திசு போன்றோ இருக்கின்றன. இவைகள் பிரைமரி பாகங்களிலும், செகண்டரி பாகங்களிலும் இருக்கக்கூடும். இந்த சுரக்கும் அமைப்புகள் பல வடிவங்களிலிருக்கின்றன. உதாரணமாக, இவைகள் கேசங்களாகவும் அல்லது சுரப்பிகளாகவும் (glands) தேன் சுரப்பிகளாகவும் (nectaries) அல்லது நீர் சுரப்பிகளாகவும் (hydathodes) ரெஸின், எண்ணெய்க் குழாய்களாகவும் (resin and oil ducts) எண்ணெய்க் குழிகளாகவும் (oil cavities), பால் சுரப்பிகளாகவும் (laticifers) காணப்படுகின்றன.

9. ஆக்குத்திசுக்கள் (Meristems): இவைகள் பலதரப்பட்டவைகளாகப் பலவகையான அடிப்படைகளின் பேரில் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு செடியின் வளர்ச்சி, அதாவது மேலே

விவரிக்கப்பட்டிருக்கின்ற பலவகையான திசுக்களின் தோற்றம் இந்த ஆக்குத்திசுக்களைப் பொருத்திருக்கின்றது. இவைகளின் முக்கிய வேலை, செல் பிரிதல்கள் மூலம் தோன்றல்களை உண்டாக்கு வதாகும். இவைகளினுடைய செல்கள் எல்லாம் உயிருற்றவைகள். மேலும் இவை செடி இனங்களைப் பொருத்தமட்டில் குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் அமைந்திருந்து செடிகள் உயிருடன் இருக்கும் வரை செயல் புரிந்து வருகின்ற முக்கியத் திசுக்களாகும். சுருங்கக்கூறின், இவைகளில்லையேல் செடி இனங்களுக்கு வளர்ச்சியும் இல்லை, வாழ்வுமில்லை என்பது மறுக்கமுடியாத உண்மை மட்டுமல்லாது மிகைப்படக் கூறப்பட்டதுமாகாது.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட வெவ்வேறு வகையானத் திசுக்களுக்கு இலக்கணம், இயல்புகள், செயல், தோற்றம் முதலியவைகளைப் பொருத்து ஒருவாறாக வரையறுக்கப்பட்ட போதிலும், இந்தத் திசு வகைகளுக்கு இடைபட்ட நிலைகளையும் தன்மைகளையுமுடைய நடுத் தரப்பட்ட திசுக்கள் காணப்படுவதும் உண்டு என்பதை ஞாபகத்தில் இருத்திக் கொள்ளவேண்டும்.

# 2. செல்லியல் (Cytology)

## செல் (Cell)

### முன்னுரை

தாவர பிராணிகளின் அமைப்புகளில் மூலாதாரமான அலகாகிய (ultimate unit) நுண்அமைப்பிற்கு செல் (cell) என்று பெயர். செல்லைக் குறித்து எல்லாவகையான உண்மைகளையும் தெரிவிக்கக்கூடிய இயலுக்கு செல்லியல் (cytology) என்றும் தாவர செல்லைக் குறித்ததாக இருக்கும்பொழுது தாவர செல்லியல் (Plant cytology) என்றும், பிராணிகளின் செல்லைக் குறித்ததாக இருக்கும்பொழுது பிராணி செல்லியல் (Animal cytology) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது.

பல வகையான உயிரினங்களின் உள்ளமைப்பைக் குறித்து கடந்த இருநூற்றாண்டுகளில் ஆராய்ந்த முயற்சிகளின் வாயிலாக இரு முக்கியமான கோட்பாடுகளிருப்பதாகத் தெரியவருகின்றன. உயிரினங்கள் பல செல்களால் ஆனவை என்றும், அவற்றில் ஒவ்வொரு செல்லும் உயிரினங்களின் வளர்ச்சியையும், வளர்ச்சி மாற்றங்களையும் நிர்ணயிக்கக் கூடிய முக்கியமான அமைப்பு என்ற அடிப்படையான கருத்துக்களை டூட்ரோசட் (Dutrochet, 1776-1847) என்ற பிரான்ஸ் தேசத்து விஞ்ஞானி அறிவித்தார். இந்தக் கருத்துக்களை ஆதாரமாகக்கொண்டு, மேற்கொண்டு உருவாக்கி, நிலைநாட்டிய பெருமை, 19-ம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் வாழ்ந்த இரு ஜெர்மானிய உயிரியல் ஆராய்ச்சியாளர்களான ஸ்கிலெய்டன் (Schleiden) என்பவரையும், ஸ்க்வான் (Schwann) என்பவரையும் சார்ந்ததாகும். இந்த இரு ஜெர்மானிய ஆராய்ச்சியாளர்கள் உருவாக்கிய கோட்பாட்டிற்கு செல்கோட்பாடு (Cell theory) என்று பெயர். ஏனென்றால் இக்கோட்பாட்டில் உயிரினங்களில் மூலாதாரமாகக் கருதப்படுகின்ற அமைப்பாகிய செல்லுக்கு முதலிடம் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. மேலும் இக்

கோட்பாட்டின்படி, ஒவ்வொரு செல்லுக்கும் இருவகையான வாழ்க்கை முறைகள் இருக்கின்றன என்றும், ஒருவகையான வாழ்க்கை முறையில் ஒவ்வொரு செல்லும் அதற்கான தனிப்பட்ட முறையில் வளர்ச்சியடைகின்றது என்றும், மற்றொரு வாழ்க்கை முறையில் ஒரு உயிரினத்தில் உள்ள மற்ற செல்களுடன் இணைந்த கூட்டுறவு வாழ்க்கையில் ஒரு முக்கியத்தை பெற்று செயல்படு கின்றது என்றும் கூறப்பட்டிருக்கின்றது. இக்கோட்பாட்டின் முக்கியமான அடிப்படைக் கருத்து என்னவென்றால் செல்கள் எல்லாம் ஒன்றுக்கொன்று வெளிப்படைத் தோற்றத்தைப் பொருத்தமட்டில் எந்த ஒரு அளவிற்கு வேறுபாடுற்று காணப் பட்ட போதிலும், அவைகளெல்லாம் உயிருற்ற அலகுகளாக அமைந்து செயல்படுகின்ற வகையில் ஒவ்வொரு உயிரினத்தின் வளர்ச்சியை நிர்ணயிக்கின்றன என்பதாகும். இந்தக் கருத்தின் படி கவனிக்கும்பொழுது, ஒவ்வொரு செல்லும் உயிரினங்களில் கூட்டு அமைப்பை (organisation) ஏற்படுத்துகின்ற காரணியாக இருக்கின்றது. இந்த செல்கோட்பாட்டை எதிர்த்து, டி பாரி (De Bary, 1862), ஹொஃப்மெய்ஸ்டர் (Hofmeister, 1863,1867), ஸாக்ஸ் (Sachs, 1882), முதலியவர்கள் மற்றொரு கோட்பாட்டைக் கடைப்பிடித்து வந்திருக்கின்றனர். இந்தக் கோட்பாட்டின்படி, ஒரு பல செல் தொகுப்புகளினாலான செடி அல்லது பிராணியைக் குறித்து கவனிக்கும் பொழுது, அது தனிப்பட்ட செல்களாலான "குடியரசு" ("Republic") என்று மட்டும் கருதுவதற்குப் பதிலாக, ஒரு தொடர்ச்சியாக இணைந்த புரோட்டோபிளாஸத்தின் திரளைக் (Protoplasmic mass) குறிப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது. மேலும் ஒரு உயிரினம் வளர்ச்சியடைந்துகொண்டு வரும்பொழுது, இந்த புரோட்டோபிளாஸத்தின் திரள் செயல்வகைகளுக்குத் தக்க வாறு பல உட்பிரிவுகளாகப் பிரிவுறுகின்றது. இந்த அடிப்படைக் கருத்தின்படி செல்கள் இதனால் வேறுபடுகின்றன என்றும், அதே சமயத்தில் அவைகள் உயிரினத்தின் வளர்ச்சிக்கும் வளர்ச்சி மாற்றங்களுக்கும் காரணிகளல்ல என்றும் கருதப்படுகின்றது. இந்தக் கோட்பாடு கூட்டு அமைவுக் கோட்பாடு (Organismal theory) என்று கூறப்படுகின்றது. சுருங்கக்கூறின், ஒரு உயிரினத் தின் கூட்டு அமைப்பிற்குக் காரணம், அதனுடைய உயிருள்ள அமைப்பு அதாவது புரோட்டோபிளாஸம்தான் காரணம் என்றும், தனிப்பட்ட செல்களல்ல என்பதும் திட்டவட்டமாகக் கூறப் பட்டிருக்கின்றது.

செல் என்ற சொல், லேத்தின் மொழியின் செல்லுலா (cellula) என்ற சொல்லிலிருந்து எடுக்கப்பட்டதாகும். இதற்கு

அந்த மொழியில் அறை என்று பொருள். இராபர்ட் ஹூக் (Robert Hooke) என்ற இங்கிலாந்து நாட்டு மைக்ராஸ்கோபிஸ்ட் (microscopist), கார்க் திசுவை மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவி கொண்டு பார்க்கும்பொழுது கண்ணுக்குப் புலப்பட்ட ஒவ்வொரு சிறுபகுதியைக் குறிப்பதற்கு இந்தச் சொல்லை முதன் முதலாக 1665-ம் ஆண்டில் பயன்படுத்தினர். இப்படி அறியப்பட்ட ஒவ்வொரு பகுதியும் ஸெல்லுறைகளினால் வரையறுக்கப்பட்டு கார்க் திசுவில் ஒவ்வொரு சிறு அறையாகக் காணப்பட்டதாகும். மேற்கொண்டு மற்ற செடிகளின் திசுக்களை ஆராயும்பொழுது, அவைகளின் ஒவ்வொரு ஸெல்லினுள்ளும் ஒருவகையான "சாறு" ("juice") இருப்பதாகவும் கண்டறிந்தார். இதைத் தொடர்ந்து வெளிவந்த ஆராய்ச்சிகளால், புரோட்டோபிளாஸமும், அதனுடைய உள்ளடக்கப்பட்ட பொருள்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, கடைசியில், புரோட்டோபிளாஸம்தான் ஒவ்வொரு ஸெல்லின் முக்கியப்பகுதியென்றும், ஸெல்லுறை அந்த அளவிற்கு முக்கிய மற்றது என்ற உண்மையும் தெரிவிக்கப்பட்டது.

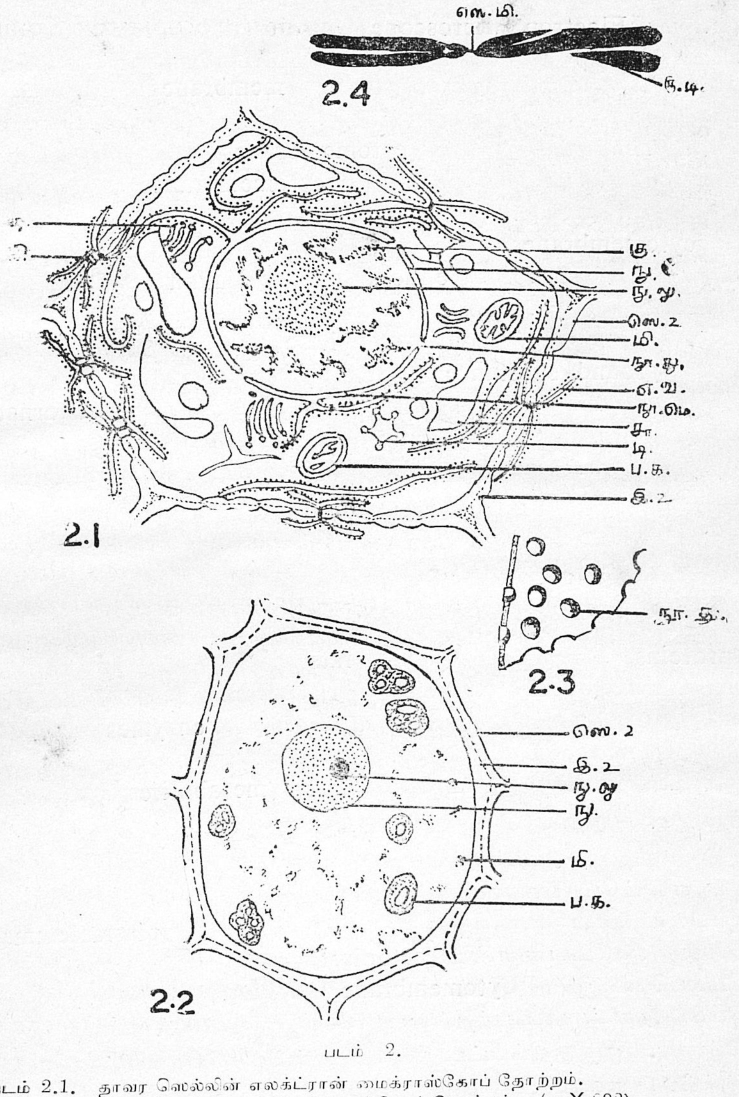
இவ்வாறாக உயிருள்ள ஸெல்லின் உட்புறமாகக் காணப்படுகின்ற பொருளுக்கு புரோட்டோபிளாஸம் என்ற பெயர் இடப்பட்டது. இந்தச் சொல் கிரேக்க மொழியிலிருந்து வந்ததாகும். அந்த மொழியில், இந்த சொல்லிற்கு 'முதலுண்டானது' என்று பொருள்.

ஒரு செடியின் ஸெல்லை உயிருற்ற நிலையில் கூர்ந்து ஆராயும் பொழுது, அதில் பலவகையான உட்பொருள்களையும் அல்லது கூறுகளையும் (Components), அவைகள் எல்லாம் உறையினால் பாதுகாக்கப்பட்டிருப்பதையும் பார்க்கலாம். ஸெல்லுட்பொருள்களை அல்லது கூறுகளை இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒருவகையைப் புரோட்டோபிளாஸ்மிக் கூறுகள் (protoplasmic components) என்றும், மற்றொரு வகையை புரோட்டோபிளாஸமற்ற கூறுகள் (non protoplasmic components) என்றும் கூறலாம். உயிருற்ற தாவர ஸெல்லைக் குறித்து மேற்கொண்டு தெரிந்து கொள்ளக்கூடிய முயற்சியில், ஸெல்லினுள் காணப்படுகின்ற கூறுகளை இந்தபெரும் பிரிவுகளின் கீழ் ஒவ்வொன்றாகத் தெரிந்து கொள்வோம். ஸெல்லுறைகளைக் குறித்து வேறு அத்தியாயத்தில் விவரிக்கபட்டிருக்கின்றதை அறியவும்.

## 1. புரோட்டோபிளாஸ்மிக் கூறுகள் (Protoplasmic Components)

சைட்டோபிளாஸம் (The Cytoplasm): சைட்டோபிளாஸம் (cytoplasm) என்பது நூக்லியஸைத் (nucleus) தவிர்த்த ஏனைய புரோட்டோபிளாஸப் பகுதிக்கு இடப்பட்டப் பெயராகும். இதை ஒளிமைக்ராஸ்கோப் (light microscope) உதவிகொண்டு பார்க்கும்பொழுது, சைட்டோபிளாஸம் தெள்ளத் தெளிவான, அரைகுறையான, திரவ (semifluid) பொருளாகக் காணப்படு கின்றது. சைட்டோபிளாஸத்தில் நீர் அதிக அளவில் அதாவது 85-95 சதவிகிதத்தில் கலந்திருப்பதோடல்லாமல், இதுவே சைட்டோபிளாஸத்தின் இடையீட்டுப் பொருளாகவும் (medium) அமைந்திருக்கின்றது. இத்துடன் பலவகையான அங்கக, அனங்ககப் பொருள்கள் (organic and inorganic substances) வெவ்வேறு அளவில் கலந்து கரைசலாகவோ (solution) அல்லது கொல்லாய்டல் (colloidal) நிலையிலோ அமைந்திருக்கின்றன. மேலும், ஒரு கோட்பாட்டின்படி, சைட்டோபிளாஸம், அடிப்படையான அலகுகள் என்று கூறப்படுகின்ற புரதத்தின் பெரிய மூலக்கூறுகளைப் (protein macromolecules) பெற்றிருக்கின்றது. இவை ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து ஃபைப்ரில்களை (fibrils) உண்டாக்கக்கூடும். அல்லது அடுக்குற்ற அமைப்புகளாகவும் (lamellated structures) தோன்றலாம். புரதத்தின் மூலக்கூறுகளுள் ஒன்றுக்கொன்று ஏற்படுகின்ற கிரியையின் (interaction) மூலம், சைட்டோபிளாஸத்தின் நிலை அடிக்கடி மாறுகின்றது. அதாவது ஜெல் (gel) என்ற நிலையிலிருந்து ஸால் (sol) ஆக ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையிலும், மற்றொரு சமயத்தில் ஸாலிலிருந்து ஜெல்லாகவும் மாறக்கூடியதாகும். இந்த வகையான சைட்டோபிளாஸத்தின் நிலைமாற்றங்களை, சைட்டோபிளாஸ்மிக் ஓட்டத்தைப் பெற்றிருப்பதும் (cytoplasmic streaming), வெளிப்படையாகக் காட்டக்கூடியதுமான சில உதாரணங்களைக் கொண்டு தெரிந்து கொள்ளலாம். உதாரணமாக, எலோடியா (Elodea) செடியின் இளம் இலைகளையும், கோமிலினா (Commelina) வின் மகரந்தக் கேசரங்களின் கேசங்களையும் (staminal hairs) மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவி கொண்டு பார்க்கும்பொழுது நன்கு தெரிந்து கொள்ளலாம்.

சைட்டோபிளாஸத்தில் சிலவகையான புரோட்டோபிளாஸ்மிக் கூறுகள் அமைந்திருப்பதையும் ஒளிமைக்ராஸ்கோப்பினுதவியைக் கொண்டு பார்க்கலாம். அவைகளாவன: (1) பசுங்கணிகங்கள் (chloroplasts) (2) மிட்டோக்காண்டிரியா (mitochondria) முதலியனவாகும் (படம் 2.2).




படம் 2.

படம் 2.1. தாவர செல்லின் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் தோற்றம்.
படம் 2.2. தாவர செல்லின் ஒளி மைக்ராஸ்கோப் தோற்றம். ( X 892)
படம் 2.3. நூக்ளியஸ் உறையின் வெளித் தோற்றம்.
படம் 2.4. லில்லியம் (Lilium) -குரோமோஸோமின் தோற்றம்.

கு. குரோமாட்டின்; நூ. நூக்ளியஸ்; நூ. ஓ. நூக்ளியோலுஸ்; செ. உ. செல்லுறை; மி. மித்தோகாண்டிரியா; நூ.து. -நூக்ளியஸ் துளை; எ. வ. எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை; நூ.மெ. நூக்ளியஸ் மெம்பரேன்; சா.கு. சாற்றுக்குழி; டி. டிக்டியோஸோம்; ப.க. பசுங்கணிகம்; இ.உ. நடுஅடுக்கு; பி. பிளாஸ்மோடெஸ்மேட்டா; செ. மி. -செண்ரோமியர்; கு.டி. குரோமாட்டிட்.

1950-ம் ஆண்டிற்கு பிறகு, எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் (எ.மை.; ;Electron Microscope) உதவியைக் கொண்டு செய்யப் பட்ட பல ஆராய்ச்சிகளின் மூலம் சைட்டோபிளாஸம் பல வரிசை களாலான மெம்பரேன்களினுல் (membranes) ஆக்கப்பட் டிருப்பதாகத் தெரியவந்திருக்கிறது. இந்த மெம்பரேன்களுக்கு சைட்டோமெம்பரேன்கள் (cytomembranes) என்றும், ஆல்ஃபா சைட்டோமெம்பரேன்கள் ($\alpha$-cytomembranes) என்றும் மறு பெயர்களுண்டு. இந்த ஆல்ஃபா சைட்டோமெம்பரேன்கள் ($\alpha$-cytomembranes) விரிவான அமைப்புகளை உடைய எண்டோ பிளாஸ்மிக் வலைகளைக் (endoplasmic reticulum) குறிப்பதாகும் (படம் 2.1). இந்த ஆல்ஃபா சைட்டோ மெம்பரேன்கள் தொடர்ச்சி யான நிலையிலுள்ள (continuous phase) அல்லது ஆதாரப்பொரு ளாக (ground substance) இருக்கின்ற சைட்டோபிளாஸத்தைப் பல சூழப்பட்ட பகுதிகளாக அல்லது ஸிஸ்டர்னிகளாக (cisternae) பிரிக்கின்றது. மேலும் ஆல்ஃபாசைட்டோமெம்பரேன்களைக் குறித்து ஆராய்ந்து பார்த்ததில், அவை தொடர்ச்சியாக உண்டாகி யிருப்பதாகத் தெரிகின்றது. எண்டோபிளாஸ்மிக் வலைகள், மெம்பரேன்களால் மூடப்பட்ட குழிகளாகவும், குழாய்களாகவும் காணப்படுகின்ற அமைப்புகளுடன் சைட்டோபிளாஸம் முழுவதும் பரவியிருக்கின்றது. இது இரட்டிப்பான மெம்பரேன்களைப் பெற் றிருக்கின்றது. மெம்பரேன்கள் பொதுவாகப் புரதங்களினுலும் (proteins) கொழுப்புகளினுலும் (fats) ஆக்கப்பட்டவைகளாகும். எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையின் இரட்டிப்பான மெம்பரேன்களின் உட்புற மெம்பரேனின் பரப்பில் என்ஸைம்கள் (enzymes) ஒழுங்கு முறையுடனமைந்திருக்கின்றன. இவைகளின் மூலம் ஒரு ஸெல்லுக் குள் உண்டாகின்ற மெடாபோலைட்கள் (metabolites) ஸெல்லின் ஒரு பகுதியிலிருந்து இன்னொரு பகுதிக்குச் செலுத்தப்படுகின்றன.

சைட்டோபிளாஸத்தின் வெளிப்பரப்பு ஒரு மெம்பரேனினுல் மூடப்பட்டுள்ளது. இதற்கு பிளாஸ்மாலெம்மா (plasmalemma) அல்லது எக்டோபிளாஸ்ட் (ectoplast) அல்லது பீட்டாஸைட்டோ மெம்பரேன் ($\beta$-Cytomembrane) என்று பெயர். இந்த மெம்பரேனின் தடிப்புத்தன்மை 75-ல் இருந்து 100A° வரை இருக் கின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையின் ஆல்ஃபா சைட்டோமெம்பரேன்களுக்கும், சைட்டோபிளாஸத் தின் வெளிப்புற மெம்பரேன்களாகிய பீட்டாஸைட்டோமெம்ப ரேன்களுக்கும் வேற்றுமை இருப்பதாகத் தெரிவதில்லை. பீட்டா சைட்டோமெம்பரேன்களை அதிக அளவில், எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ் கோப்பில் பெரிதுபடுத்திப் பார்க்கும்பொழுது இவைகளும்

ஆல்ஃபா சைட்டோமெம்பரேன்களைப் போன்று இரட்டிப்பான (double) மெம்பரேன் பகுதிகளைப் பெற்றிருப்பதாகத் தெரிய வருகின்றது.

மேலும் சைட்டோபிளாஸத்தை எ.மை. (E.M.) உதவியைக் கொண்டு ஆராய்ந்து பார்த்ததில் ஒளிமைக்ராஸ்கோப்பில் புலனாகாத சில நுண்ணிய புரோட்டோபிளாஸ்மிக் கூறுகளையும் மெம்பரேன்களையும் இது பெற்றிருப்பதாகத் தெரிகின்றது. அவைகளாவன: (1) மேலே கூறப்பட்ட பீட்டாசைட்டோமெம்பரேன் அல்லது பிளாஸ்மாலெம்மா அல்லது எக்டோபிளாஸ்ட் (B cytomembrane or Plasmalemma or ectoplast). (2) எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை (endoplasmic reticulum). இது ஆல்ஃபா சைட்டோமெம்பரேன்களால் ஆனதாகும். (3) ரிபோஸோம்கள் (ribosomes). (4) டிக்டியோஸோம்கள் ((Dictyosomes). (5) சாற்றுக் குழிகளுக்கும் சைட்டோபிளாஸத்திற்கும் இடைப்பட்டுள்ள சாற்றுக்குழி மெம்பரேன் அல்லது டோனோபிளாஸ்ட் (vacuolar membrane or tonoplast). (6) கால்கி அமைப்புகள் (Golgi bodies). இவைகளும் காமாசைட்டோமெம்பரேன்களால் (y-cytomembrane) ஆனவைகளாகும். (7) ஸ்ஃபிரோஸோம்கள் (sphaerosomes) அல்லது மைக்ரோஸோம்கள் (microsomes). (8) நூக்ளியஸ் மெம்பரேன் (nuclear membrane).

பீட்டா சைட்டோமெம்பரேன் அல்லது பிளாஸ்மாலெம்மா அல்லது எக்டோபிளாஸ்ட் குறித்தும், எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையைக் குறித்தும் ஓரளவிற்குத் தெரிந்துகொண்டோம். இப்பொழுது மேற்கொண்டு, வேறு வகைகளான எ.மை. அமைப்புகளைக் குறித்து சுருக்கமாகத் தெரிந்து கொள்வோம்.

ரிபோஸோம்கள் : இந்த நுண்அமைப்புகள், புரதம் உண்டாக்குகின்ற செயலில் பங்கு பெறுகின்றன. இவை சைட்டோபிளாஸத்தில் தனித்தோ அல்லது எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையுடன் இணைந்தோ பல நுண்மணிகளாக (granules) அமைந்திருக்கின்றன. இவைகளின் அளவு 150A° ஆக இருக்கின்றது.

டிக்டியோஸோம்கள் (Dictyosomes) : இவை தட்டையாக (flattened sacks) அல்லது ஸிஸ்டர்னிகளாக (cisternae)வும், வட்ட வடிவமான தோற்றத்தையும் பெற்றிருப்பவைகளாகும் (படம் 2-1). இவை ஒவ்வொன்றும் நுண்ணிய குழிகளினால் (vesicles) சூழப்பட்டிருக்கின்றன. இந்தக் குழிகள், டிக்டியோஸோம்களின் வரம்பு பாகங்களிலிருந்து அப்பொழுதுக்கப்பொழுது உண்டாகிக்

கொண்டும், அதன் பிறகு சைட்டோபிளாஸத்தில் கலந்தும் விடு கின்றன. இவ்வாறு வரம்பு பாகங்களில் உண்டாகி சைட்டோ பிளாஸத்தில் கலந்து விடுவது மீண்டும் மீண்டும் ஏற்படுகின்ற நிகழ்ச்சியாகக் காணப்படுகின்றது. டிக்டியோஸோம்கள் செல் லுறைப் பொருள்களை உண்டாக்குதல் போன்ற சுரக்கின்ற செயல் களிலீடுபடுகின்றன.

சாற்றுக்குழி மெம்பரேன் அல்லது டோனோபிளாஸ்ட் (Vacuolar membrane or tonoplast): சாற்றுக்குழிகளைச் சூழ்ந்து வேறு ஒரு மெம்பரேன் காணப்படுகின்றது. இதனுடைய அமைப்பும், பிளாஸ்மாலெம்மாவின் அமைப்பைப் போன்றிருக்கிறது. இது எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை மெம்பரேனுடன் இணைந்திருக்கிறது என்று கூறுவதற்கு ஆதாரம் கிடையாது.

கால்கி அமைப்புகள் (Golgi bodies): இவைகளும் மெம்ப ரேன்களால் ஆன அமைப்புகளாகும். இவை பிராணிகளின் செல் களிலிருந்தபொழுதிலும், தாவர செல்களைப் பொருத்தமட்டில் இவை சில குறிப்பிட்ட தாவர பிரிவுகளிலிருப்பதாகவும் கூறப்பட் டிருக்கின்றன. இவைகளின் செயல்களைக் குறித்து சரிவரத்தெரிய வில்லை. ஒருவேளை என்ஸைம்களை உண்டாக்குகின்ற செயல்களில் பங்கெடுத்துக் கொள்ளலாம் என்று கருதப்படுகின்றது. இவைகளின் அமைப்பு, செய்கின்ற செயல்களைப் பொருத்து, இவைகளுக்கும், எண்டோபிளாஸ்மிக் வலைகளுக்கும் ஒரு ஒற்றுமை காணப்படுகின்ற அடிப்படையில், கால்கி அமைப்புகள் பின்னதின் உன்னத நிலையை அடைந்த பகுதிகளாக மதிக்கப்படுகின்றன. ஏற்கனவே கூறியபடி இவைகளின் மெம்பரேன்களை காமாஸைட்டோமமெம்பரேன்கள் (y-cytomembrane) என்று அழைக்கலாம். இவைகள் எப்பொழு தும், எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையுடன் தொடர்புற்றிருக்கின்றன. இவைகளின் மெம்பரேன்களின் எண்ணிக்கை பெரும்பாலும் ஏறக் குறைய 12-ஆகவும், ஒன்றுக்கொன்று இணைப்போக்கிலமைந்த வரிசைகளாகவும் (படம் 2.6) காணப்படுகின்றன.

ஸ்பிரோஸோம்கள் (Sphaerosmes): இவைகளுக்கு மைக்ரோ ஸோம்கள் (microsomes) என்ற பழைய பெயருமுண்டு இவைகள் நுண்மணிகளாகவும், ரிபோஸோம்களைப் போன்று சைட்டோபிளாஸத்தில் தனித்தும், 0.25 லிருந்து 1 மைக்ரான் வரை அளவைப் பெற்றும், அடிக்கடி இடம் மாறுகின்ற தன்மையைப் பெற்றும் இருக்கின்ற ஒருவகையான அமைப்புகளாகும்.

நூக்ளியஸ் மெம்பரேன் (Nuclear membrane): இதுவும் எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையின் ஆல்ஃபா சைட்டோமெம்பரேன் போன்று இரட்டிப்பான அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றது. (படம் 2.1). மேலும் இந்த இருவகையான மெம்பரேன்களும், படத்தில் தோன்றுகின்றபடி ஒன்றோடொன்று தொடர்புற்றிருக்கின்றன (படம் 2.1). எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையின் மெம்பரேன்கள் ஒரு பக்கத்தில் நூக்ளியஸ் மெம்பரேனுடனும், மறுபக்கத்தில் பிளாஸ்மாடெஸ்மாட்டாவுடனும் (plasmadesmata) தொடர்பு வைத்துக் கொண்டிருப்பதிலிருந்து தெரிய வருகின்ற உண்மை என்னவென்றால், உயிருற்ற இருசெல்களிடையே ஒரு தொடர்பினை அவைகள் ஏற்படுத்துகின்றன என்பதாகும் (படம் 2.1). நூக்ளியஸின் மெம்பரேன்களுக்கு பல நுண்துவாரங்கள் (pores) இருக்கின்றன (படம் 8). இந்த நுண்துவாரங்களின் மூலம், நூக்ளியஸின் உள்ளடக்கப் பொருள்கள் சைட்டோபிளாஸத்துடன் சம்பந்தப்படுகின்றன.

மேலே கூறப்பட்டதையும், எ.மை. (E.M.) மூலம், கூறுகளையும், மெம்பரேன்களையும் குறித்து தெரிந்து கொண்ட உண்மைகளையும், முடிவுகளையும் சிந்தித்துப் பார்க்கும்பொழுது செல்லியலில் ஒரு பெரும் புரட்சி ஏற்பட்டிருப்பதாகக் கொள்ளவேண்டும். இது காறும் சைட்டோபிளாஸத்தை தெள்ளத் தெளிவான அரைகுறையான திரவம் என்ற அடிப்படையான கருத்துக்கு முற்றிலும் மாறான உண்மை எ.மை. (E.M.) மூலம் தெரியவருகின்றது. அதாவது சைட்டோபிளாஸம் என்பது பலவகை மெம்பரேன்களினால் பல நுண் அறைகளாகவும், உள்அறைகளாகவும் பிரிக்கப்பட்ட அமைப்பாகவும், இந்த மெம்பரேன்கள் எல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து சைட்டோபிளாஸத்தின் பரப்பைப் பன்மடங்கு அதிகரிக்கச்செய்வதாகவும் அவைகளெல்லாம் ஒன்றுடனொன்று ஒரு சிக்கலான முறையில் இணைந்து அமைந்திருப்பதாகவும் தெரிய வருகின்றது. நாம் இதுவரை சைட்டோபிளாஸத்தைக் குறித்து தெரிந்து கொண்ட கருத்தை மாற்றியமைத்துக் கொள்ளவேண்டிய நிலையிலிருக்கிறோம். சைட்டோபிளாஸம் என்ற செல்லின் ஆதாரப்பொருளில், எவ்வளவு சிக்கலானதும், முக்கியமானதும், நுண்ணிய நிலையிலுள்ளதுமான, இதுகாறும் ஒளிமைக்ராஸ்கோப்பினுதவிகொண்டு தெரிந்து கொள்ள முடியாத, புதிய பல நுண்கூறுகள் இருக்கின்றன என்ற உண்மையையும் மறுக்க முடியாது. இவ்வாறு ஒளிமைக்ராஸ்கோப்பில் புலப்படாத பல சிறப்பான புதிய கூறுகளையும், மெம்பரேன்களையும், இவைகள் சம்பந்தப்பட்ட உண்மைகளும், அவைகளினால் ஏற்படுத்தப்பட்ட புரட்சிகரமான கருத்துத்திருப்பங்களும், ஒரு புறமிருக்க, ஒளிமைக்

ராஸ்கோப்பில் தெரிந்துகொண்ட கூறுகளின் அமைப்பு, தன்மைகள் போன்றவைகளைக் குறித்து மேற்கொண்டு பல புதிய உண்மைகளும் நிலைநாட்டப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த எ.மை. (E.M.) மூலம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதும், மேலே விவரிக்கப்படாததும் அவைகளுடன் சம்பந்தப்பட்டதுமான வேறு சில தனிப்பட்ட புதிய கூறுகள் ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு இன்று வரையில் புதிராக இருந்து வருகின்றன.

**நூக்ளியஸ் (Nucleus)**: 1831-ம் ஆண்டில் இராபர்ட் பிரௌன் (Robert Brown) என்பவரால் முதன் முதலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதைப்பற்றி அவர் கூறும்பொழுது, இது ஒரு உருண்டையான வடிவத்துடன் காணப்பட்டதாகக் கூறியிருக்கின்றார். இராபர்ட் பிரௌன், ஓர்க்கிட்களின் (Orchids) இலை ஸெல்களில் நூக்ளியஸ் தெளிவாக அமைந்திருப்பதைக் கண்டறிந்தார். இந்த கண்டுபிடிப்பைத் தொடர்ந்து, விரைவாக, உயிருற்ற ஸெல்களில் எல்லாம் இது காணப்படுவதாகப் பல ஆராய்ச்சியாளர்களால் தெரிவிக்கப்பட்டு வந்தது.

நூக்ளியஸ் உயிருற்ற தாவர, பிராணிகளின் ஸெல்களிலெல்லாம் உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஆனால் பின் அத்தியாயத்தில் தெரிவித்துள்ளபடி, ஃப்ளோயம் திசுவிலுள்ள சல்லடை ஸெல்களிலும், சல்லடைக்குழாய் ஸெல்களிலும் மட்டும், அவைகள் உயிருற்ற பொழுதும், அவைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட வளர்ச்சி நிலையை அடைந்த பிறகு நூக்ளியஸ்கள் சிதறுற்று ஸைட்டோபிளாஸத்தில் இரண்டறக் கலந்துவிடுகின்றன. இந்த நூக்ளியஸற்ற நிலைகளிலும், இந்த ஸெல்கள் உயிருற்றுவைகளாகவே மதிக்கப்படுகின்றன. மேலும் கடை நிலையிலுள்ள ஒரு ஸெல் தாவர இனங்களிலெல்லாம் [பாக்டீரியாக்கள் (Bacteria)] நூக்ளியஸ் ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட தனி அமைப்பாகக் காணப்படுவதற்குப் பதிலாக, உண்மையான நூக்ளியஸின் பொருள்களை ஒத்த பொருள்களை ஸைட்டோபிளாஸத்தில் பரவலாக இருப்பதைப் பார்க்கலாம். அதாவது, இப்படிப்பட்டவைகளுக்கு நூக்ளியஸ் மெம்பரேன் (nuclear membrane) கிடையாது. இவைகள்தான் நூக்ளியஸ்களுக்கு பதிலாக, பாக்டீரியாக்கள் போன்ற தாவர இனங்களில் இருந்து செயல்படுகின்றன. சில வேளைகளில், நூக்ளியஸின் வடிவம், அதைப் பெற்றிருக்கின்ற ஸெல்லின் வடிவத்தைப் பொருத்திருக்கின்றது. உதாரணமாக, ஒரு ஸெல் சமபக்கங்களை உடையதாக இருக்கும்பொழுது அதில் காணப்படுகின்ற நூக்ளியஸ் உருண்டையாகவும் (spherical), ஸெல்கள் குழாய் போன்று நீண்டும் அல்லது கதிர் கோல் வடிவ

மாக இருக்கும்பொழுது எலிப்டிக்கல் (elliptical) அல்லது முட்டை வடிவமாகவும் (oval shaped) இருக்கின்றது. நூக்ளியஸின் அளவு சைட்டோபிளாஸத்தின் பரிமாணத்தின் (volume) அளவைப் பொருத்து நேரிடையாக மாறுகின்றது. அதாவது சைட்டோபிளாஸத்தின் பரிமாணம் அதிகரிக்கும் பொழுது, நூக்ளியஸின் அளவும் அதற்குத் தகுந்தாற்போல் அதிகரிக்கின்றது.

உயிருற்ற செல்கள் ஒவ்வொன்றும், ஒரே ஒரு நூக்ளியஸ் தான் பெற்றிருக்கின்றது. ஆனால் சில குறிப்பிட்ட அமைப்புகளிலும், உயிரினங்களிலும், வளர்ச்சி நிகழ்ச்சிகளால், ஒவ்வொரு செல்லும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நூக்ளியஸைப் பெற்றிருக்கலாம். சில பூஞ்சை, ஆல்ஜி பிரிவிகளைச் சார்ந்த உயிரினங்களின் செல்லில் பல நூக்ளியஸ்களும், சில ஆஞ்சியோஸ்பர்ம்களின் (Angiosperms) எண்டோஸ்பர்ம் (endosperm) செல்களிலும், ஜிம்னோஸ்பர்ம்களின் (Gymnosperms) கருக்களிலும் (embryos) இந்நிலையைக் காணலாம். அதிக அளவு வளர்ச்சி மாற்றம் ஏற்படாத செல்களில் நூக்ளியஸ்கள் செல்களின் நடுமத்தியில் அமைந்திருக்கின்றன. அதிக அளவு வளர்ச்சியடைந்த செல்களில், நூக்ளியஸ்கள் செல்லுறை பக்கத்தை நோக்கி அமைந்திருக்கின்றன. எப்படியிருந்தபோதிலும் நூக்ளியஸைச் சுற்றி சைட்டோபிளாஸம் ஓரளவிற்கு சூழ்ந்திருக்கும்.

செல் பிரிதலேற்படுவதற்கு முற்பட்ட நிலையிலுள்ள நூக்ளியஸை ஆதாரமாகக் கொண்டு ஒளிமைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியால் ஆராய்ந்தால், அதில் (1) நூக்ளியஸ் சாறு அல்லது கேரியோலிம்ஃப் (karyolymph) உள்ளடங்கியிருப்பதைக் காணலாம். (2) எ.மை. (E.M.) மூலம் பார்த்தால் நூக்ளியஸ் இரட்டிப்பான மெம்பரேன்களினால் வரையறுக்கப்பட்டிருப்பதையும், அவைகளில் பல நுண்துவாரங்களிருப்பதையும் பார்க்க முடிகின்றது (படம் 2.3). (மேற்கொண்டு விவரங்களுக்கு முற்பகுதியைப் பார்க்கவும்), (3) முறுக்குற்ற அல்லது ஒன்றோடொன்று பின்னப்பட்ட குரோமாட்டின் இழைகள் (chromatin threads) இருக்கின்றன. இவைகள் சாயத்தை ஏற்றுக் கொள்ளக்கூடியப் பொருளாக நூக்ளியஸ் சாறு முழுவதும் பரவியிருக்கின்றன. (4) ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட உருண்டை வடிவமான அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. இவைகளுக்கு நூக்ளியோலுஸ்கள் (nucleoli) என்று பெயர். பொதுவாக, நூக்ளியஸ்களுக்குள் காணப்படுகின்ற மேற்கூறப்பட்ட கூறுகளுக்கு மெம்பரேன்களல்லாத காரணத்தினால், அவைகளை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றை சரியாக

வரையறுக்க முடிவதில்லை. நூக்ளியஸ்சாறில் மற்றொரு முக்கிய மான கூறுகள் காணப்படுகின்றன. இவைகளுக்கு குரோமோ ஸோம்கள் (chromosomes) என்று பெயர். இவைகள் முக்கிய மாக டி.நூ.அ. (D.N.A.)வையும், புரதத்தையும் பெற்றிருக்கின்றன. இவைகள் பாரம்பரிய நிகழ்ச்சிகளில் முக்கிய பங்கைப் பெறு கின்றன. உயிரினங்களைப் பொருத்து இவைகளின் எண்ணிக்கை வெவ்வேறு அளவிலிருப்பதோடல்லாமல், ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட சிற்றினத்திற்குரிய எண்ணிக்கையை எப்பொழுதும் காணமுடியும். இவைகள் எப்பொழுதும் ஜதையுற்று காணப்படுகின்றன ஒவ்வொரு குரோமோஸோமும், நீளப்போக்கில் இரு சம கூறுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த ஒவ்வொரு கூறுக்கும் குரோமேடிட் (chromatid) என்று பெயர் (படம் 2.4). ஒவ்வொரு குரோமேடிட்டையும் பல மடங்கு பெரிதாக்கிப் பார்க்கும் பொழுது, அதில் பல நுண்ணிழைகள் இருப்பதைப் பார்க்க முடி யும். இந்த இழைகளுக்கு குரோமோநிமாட்டா (chromonemata) என்று பெயர்.

நூக்ளியஸின்சாறு (Nucleoplasm or Karyolymph) திரவ நிலையிலும், ஸைட்டோபிளாஸத்தை விட புரதப்பொருள்களை அதிக அளவில் கொண்டும் காணப்படுகின்றன. ஸைட்டோபிளா ஸத்திலும், நூக்ளியஸ்களிலும் காணப்படுகின்ற இரு வகையான நூக்ளியஸ் அமிலங்களில், நூக்ளியஸில் டி-ஆக்ஸிரிபோஸ் நூக்ளியஸ் அமிலம் (Deoxyribose nucleic acid) சிறப்பியல்பாக அமைந் திருப்பதையும் (இதைச் சுருக்கி டி.நூ.அ.D.N.A.), நூக்ளியோலுஸ் களில் ரிபோஸ் நூக்ளியஸ் அமிலம், ரி.நூ.அ. (Ribose nucleic acid; R.N.A.) சிறப்பியல்பாகப் பெற்றிருப்பதாகவும் அறிகின்றோம். இந்த டி.நூ.அ. (D.N.A.) தான் ஜெணடிக் பொருளை (genetic sub-stance) எடுத்துச் செல்கின்ற கடத்தியாகக் (carriers) கருதப்படு கின்றது.

நூக்ளியஸ்களின் அளவும் வடிவமும் அதிக அளவில் மாறு படுகின்றன. வெவ்வேறு தாவர இனங்களில் வெவ்வேறு வகை யாகவும், அல்லது ஒரே செடியின் வெவ்வேறு வகையான திசுக் களில் வெவ்வேறு விதமாகவும் அமைந்திருக்கின்றன. இந்த வகை வேறுபாடுகள், நூக்ளியஸ்கள் பெற்றிருக்கின்ற குரோமோஸோம் களின் (chromosomes) எண்ணிக்கை, பரிமாணம் (volume) முதலியவற்றைப் பொருத்தும், நூக்ளியஸ் சாற்றின் அளவைப் பொருத்தும் ஏற்படுகின்றன.

நூக்ளியோலுஸ்கள், மைட்டோஸிஸ் (mitosis) ஏற்படும் பொழுது அதாவது நூக்ளியஸ் பிரிதலேற்படும்பொழுது

மறைந்தும், ஆனால் மீண்டும் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலைகளில் தோன்றவும் செய்கின்ற இயல்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவைகளின் எண்ணிக்கை குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கையைப் போன்று ஒவ்வொரு சிற்றினத்திற்கும் தக்கவாறு அதற்கே உரித்தான எண்ணிக்கையில் எப்பொழுதும் காணப்படும். நூக்ளியோலுஸ் களின் பொருள் நூக்ளியஸ் சாற்றினை விட அடர்த்தியானதாகவும், அரைகுறையான திடநிலையிலும் (semisolid) காணப்படுகின்றது. நூக்ளியோலுஸ்களில், சிலவேளைகளில், சாற்றுக்குழிகளும் (Vacuoles) படிகங்களும் (Crystals) காணப்படுவதுண்டு.

**கணிகங்கள்** (Plastids) : கணிகங்கள் என்று சொல்லப்படுகின்ற புரோட்டோ பிளாஸ்மிக் அமைப்புகள் தாவர இனங்களுக்கே [பாக்டீரியா (Bacteria), சிலஆல்காக்கள் (Algae), மிக்ஸோமை ஸீட்கள் (Myxomycetes), பூஞ்சைகள் (Fungi) தவிர்த்து] உரித்தான இயல்பாக அமைந்திருக்கின்றன. கடைநிலையில் உள்ள தாவரங்களின் (lower plants) செல்கள் ஒவ்வொன்றிலும், ஒன்று அல்லது இரண்டுகணிகங்கள் இருப்பதையும், ஆனால் உயர்ந்த இனத்தாவரங்களின் செல்கள் ஒவ்வொன்றிலும், இவை அதிக எண்ணிக்கையிலும் தோன்றியிருப்பதைக் காணலாம். இவைகளி னுடைய வடிவம் [பசுங்கணிகளைத் (chloroplasts) தவிர்த்து] அப்பொழுதுக்கப் பொழுது மாறுகின்ற இயல்பைப் பெற்றிருக் கின்றன.

கணிகங்களில் காணப்படுகின்ற வண்ணப் பொருள்களின் நிறத் தின் அடிப்படையில் அவைகளை மூன்றுவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். நிறமற்ற கணிகங்களை வெளிர்க்கணிகங்கள் (leucoplasts) என்றும் பசுமை நிறமுடைய கணிகங்களை பசுங்கணிகங்கள் (chloroplasts) என்றும், பசுமை நிறத்தைத் தவிர்த்து வேறு நிறங்களைப் பெற் றிருக்கின்ற கணிகங்களை வண்ணக்கணிகங்கள் (chromoplasts) என்றும் மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். மேலும்வெளிர்க்கணிகங் களில் தரசப்பொருள்களைச் சேமிக்கின்ற வெளிர்க்கணிகங்களாக இருந்தால், அவற்றை அமிலோபிளாஸ்ட்கள் (amyloplasts) என்றும், என்ணெய் கொழுப்புப் பொருள்களை உண்டாக்குவதில் சம்பந்தப்பட்ட வெளிர்க்கணிகங்களை எலெய்யோபிளாஸ்ட்கள் (elaioplasts) என்றும் இரு உபவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

**பசுங்கணிகங்கள்** (Chloroplasts) : தாவரஇனங்களின் உறுப்புக் கள் அல்லது பாகங்களில் காணப்படுகின்ற பசுமை நிறத்திற்கு உரிய காரணியாகவும், பசுமை நிறைந்த உறுப்புகள் எல்லாம் குறிப்பாக, இலைகளிலும் இதர இளந்தண்டின் பாகங்களிலும் இவைகள் உண்

டாகி இருப்பதைக் காணலாம். மற்ற வகையான கணிகங்களைப் போல் அல்லாமல், இவைகளின் வடிவமும், அளவும் மாறுபாடு அடையாமல் நிரந்தரமாக இருப்பதைக் காணலாம்.

இவைகள் பார்ப்பதற்கு தட்டு போன்ற வடிவத்தையோ (disc like) (படம் 2.14) அல்லது முட்டை வடிவத்தையோ அல்லது வட்ட வடிவத்தையோ கொண்டு இருப்பதைப் பார்க்கலாம். இவை ஒவ்வொன்றின் குறுக்களவு 4-6 மைக்ரான்கள் வரை இருக்கின்றது. சிலவேளைகளில் இந்த அளவிற்கு மேற்பட்டு பெரிய அளவினை உடையதாகவும் அல்லது இதற்குக் குறைந்த அளவைப் பெற்று சிறியதாகவும் இருக்கலாம். இவை ஒளிச்சேர்க்கை செய்கின்ற செல்களின் (photosynthetic cells) சைட்டோபிளாஸத்தில் ஒரு அடுக்காகவும், இவைகளின் ஒவ்வொன்றினதின் ஒருபக்கம் செல்லின் உட்புறத்தை நோக்கியும், மற்றொரு பக்கம் பக்க உறையை நோக்கியும் ஒரு சிறப்பான முறையில் அமைந்திருக்கின்றன. இந்தவகையான அமைப்பு முறை சூழ்நிலைகளைப் பொருத்து, குறிப்பாக, ஒளியின் அளவைப் பொருத்து நிர்ணயிக்கப்படுகின்றது. ஆல்காக்களில் (Algae) ஒவ்வொரு செல்லிலும் இனத்திற்கேற்ப ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவத்துடன் அமைந்திருக்கின்றது. உதாரணமாக, சில இனங்களில் பட்டை போன்றும், வேறு சில இனங்களில் நட்சத்திர வடிவத்துடனும், அல்லது வலைபோன்ற வடிவத்துடனும் அல்லது சுருள் போன்றும் இவை காணப்படுகின்றன. ஒரு செல்லில் பசுங்கணிகங்களின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருந்தால், அவைகளின் எண்ணிக்கை, பிரிதலின் மூலம் அதிகரிப்பதும், அதேசமயத்தில், எண்ணிக்கை அதிகமாக இருந்தால், சிதைவுற்று குறைக்கப்பட்டும் சீர்படுத்திக்கொள்ளும் இயல்பு இயற்கையாகவே இவைகளுக்குண்டு.

பசுங்கணிகங்களை ஒளிமைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கும்பொழுது அவை ஒருதரப்பட்ட (homogeneous) உள்ளமைப்பினையும் அல்லது நுண்மணிகள் போன்ற (granular) உள்ளமைப்பினையும் பெற்றிருப்பதைப் பார்க்கலாம். வேதியியல் அடிப்படையில், பசுங்கணிகங்கள் பலவகையான பொருட்களை வெவ்வேறு அளவில் பெற்றிருக்கின்றன. ஒரு குறிப்பின்படி, இவைகளில், புரதங்களும் (proteins), லிப்பிடுகளும் (lipids), சர்க்கரைப் பொருள்களும் (carbohydrates) பச்சையம்ஏ, (chlorophyll A), பச்சையம் பீ (chlorophyll B) கரோட்டினாய்டுகள் (carotenoids), ரி. நூ. அ. (RNA), டி.நூ.அ. (DNA) காணப்படுகின்றன.

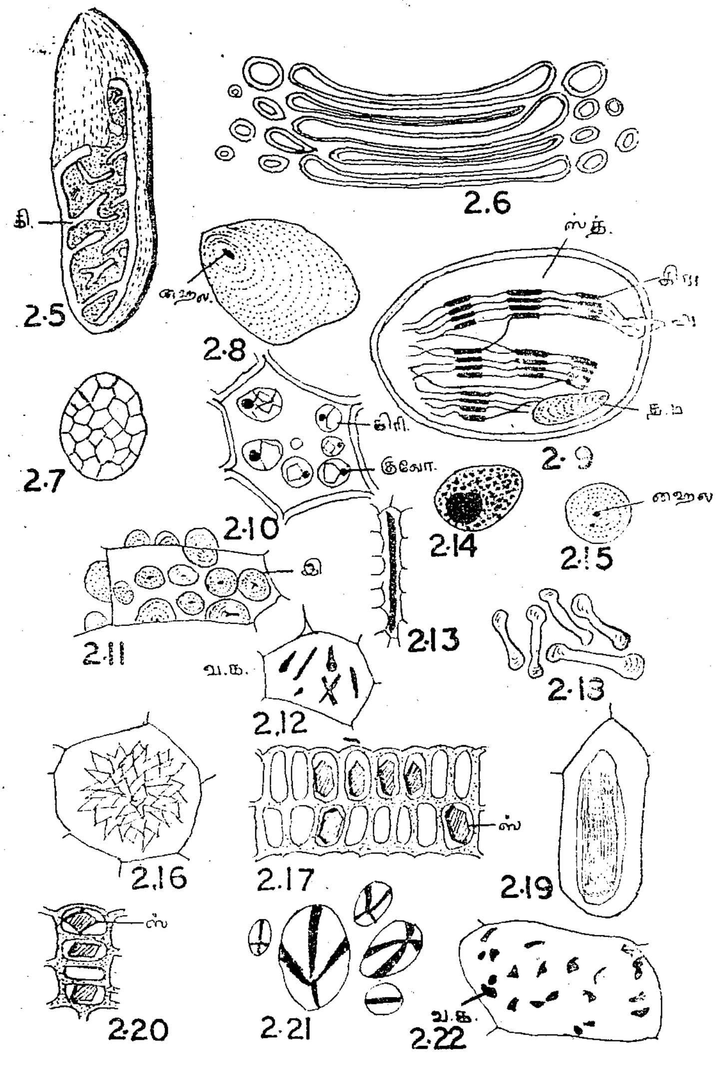
ஏற்கனவே கூறியபடி, பசுங்கணிகங்கள் பிரிதலடைவதின் மூலம் தன்னைத்தானே பெருக்கிக் கொள்ளக்கூடிய இயல்

பைப் பெற்றிருக்கின்றன. ஆனால் இந்தப் பிரிதலுக்கும், செல் பிரிதலுக்கும் எந்தவிதத் தொடர்பும் கிடையாது. இந்த வகையில் பசுங்கணிகங்களில் வளர்ச்சி ஏற்படுவதோடல்லாமல் ஆக்குத்திசுக் களில் இருக்கின்ற கணிகங்களின் முன்னோடிகளிலிருந்தும் அல்லது கணிகங்களின் ஆதாரங்களிருந்தும் (proplastids or plastid primordia) இவை பிரிதல் மூலம் உண்டாவதுமுண்டு.

எ.மை. நோக்கு E.M.) (observation) : ஒளிமைக்ராஸ் கோப்பில் பசுங்கணிகங்கள் ஒரே மாதிரியான உள்ளமைப்பைப் பெற்றிருப்பதாக மேலே கூறப்பட்டது. ஆனால், தற்பொழுது, எ.மை. (E.M.) உதவியால் இவைகளின் உள்ளமைப்பு பலதரப்பட்ட (heterogeneous) உள்ளமைப்பைச் சார்ந்ததாகத் தெரிய வருகிறது. இந்த பலதரப்பட்ட உள்ளமைப்பிற்குக் காரணம், பசுங்கணிகங்கள் ஒவ்வொன்றிலும், நுண்மணிகள் (granules) பல அடங்கியிருப்பதாகும். இந்த நுண்மணிகளை கிரானுக்கள் (grana) என்றுஅழைக்கின்றனர். கிரானுக்கள், ஸ்த்ரோமா (stroma) என்ற அடிப்படைப் பொருளில் புதைந்து காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு கிரானுவும் (granum) 0.3லிருந்து 1.7 மைக்ரான் வரை அளவைப் பெற்றும், மெம்பரேனால் வரையறுக்கப்பட்ட தட்டையான அறைகள் போன்ற அல்லது தட்டையான குழிகள் போன்ற (vesicles) அமைப்பைப் பெற்றுள்ள குவியல்களாகக் (stacks) காணப்படுகின்றன. கிரானு, தட்டையான அமைப்புகளாகவும், அவைகளைப் பக்கவாட்டிலிருந்து பார்க்கும்பொழுது, பசுங்கணிகத் தின் பரப்பிற்கு செங்குத்தாக அமைக்கப்பட்டிருக்கின்ற அடர்த்தி யான பட்டைகள் (dense bands) போன்றும் அமைந்திருக்கின்றன (படம் 2.9). கிரானுக்கள்தான் பச்சையத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. பசுங்கணிகங்களின் உள்ளமைப்பு இவ்வாறாக இருக்க, அவைகளின் வெளிப்புறம் இரட்டிப்புற்ற மெம்பரேன்களினால் மூடப்பட்டிருப் பதைப் பார்க்கலாம்.

ஒவ்வொரு பசுங்கணிகத்திலும் 40-60 கிரானுக்களும், ஒவ் வொரு கிரானுவின் குறுக்களவு ஏறக்குறைய 0.6 மைக்ரானுகவும் இருப்பதாகக் கூறப்பட்டுள்ளது.

சமீபகாலத்தில், வேறு ஒருவகையான கோட்பாடும் விளக்கப் பட்டிருக்கின்றது. இதன்படி, பச்சையம் கிரானுவுடன் சம்பந்தப் பட்டிருப்பதாகக் கூறப்பட்ட உண்மைக்கு மாறாக, பச்சையம் "குவாண்டோஸோம்கள்" (quantosomes) என்று சொல்லப்படு கின்ற பல அலகுகளுடன் (units) இணைந்திருப்பதாகவும், இவை களெல்லாம், கிரானுவின் மெம்பரேன் மேற்பரப்பில் ஒரு ஒழுங்கு முறையில் படிந்திருப்பதாகவும் கூறப்பட்டிருக்கின்றது.




படம் 3.

படம் 2.5. மித்தோகாண்டிரியாவின் அமைப்பு
படம் 2.6. கால்கி உறுப்பு
படம் 2.7. அவினு (Avena) -கூட்டு தரசமணி
படம் 2.8. தரசமணி
படம் 2.9. பசுங்கணிகத்தின் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் தோற்றம்.

படம் 2.10. ரிஸினுஸ் கொம்முனிஸ் (Ricinus Communis) -எண்டாஸ்பர்ம் செல்லில் காணப்படும் அலிரோன் மணிகள்

படம் 2.11. டாஹ்லியா (Dahlia) -கிழங்கு செல்களில் காணப்படும் இனுலின்.

படம் 2.12. வண்ணக்கணிகங்கள் -கேரட்டின் வேர் புறணி செல்

படம் 2.13. இரிஸ் (Iris) -இலையிடைத் திசுவின் செல்களில் காணப்படும் ஸ்டைலாய்டுகள்.

படம் 2.14. ஹைட்ரில்லா (Hydrilla) -இலைப் பசுங்கணிகத்தின் ஒளி மைக்ராஸ்கோப் தோற்றம் ( X 653)

படம் 2.15 அவரை விதையிலையில் உள்ள தரசமணி.

படம் 2.16. ட்ரூஸங்கள் -ரிஸினுஸ் கொம்முனிஸ் (Ricinus Communis) தண்டு செல் ( X 653)

படம் 2.17. அலாஞ்சியும் சினென்ஸி (Alangium Chinense) -ரேயின் நேர் செல்களில் காணப்படும் ஆறு பக்க ஸ்படிகம் ( X 149)

படம் 2.18. யுஃபோர்பியா (Euphorbia) -லேடக்ஸ் திரவத்தில் காணப்படும் டம்பல் (Dumb-bell) வடிவு தரசமணி.

படம் 2.19. கோலோகேஸியா (Colocasia) இலைக்காம்பில் காணப்படும் ராஃபைட்கள். ( X 273)

படம் 2.20. அலாஞ்சியும் குர்ஸியை (Alangium Kurzii)ரே நேர் செல்களில் காணப்படும் ராம்பாய்டு ஸ்படிகங்கள். ( X 152)

படம் 2.21. போலரைஸ்ட் ஒளியில் உருளைக்கிழங்கு தரசமணியின் தோற்றம்.

படம் 2.22. தக்காளிப் பழத்தில் காணப்படும் வண்ணக் கணிகங்கள். கி. கிரிஸ்டே; ஹைல. ஹைலம்; கிரா. கிரானு; அ. கிரானு இடைப்பட்ட அடுக்குகள்; த.ம. தரசமணி; ஸ்த் ஸ்த்ரோமா; கிரி. கிரிஸ்டல்லாய்டு; குலோ. குலோபாய்டு; இ. இனுலின்; வ.க. -வண்ணக் கணிகம்; ஸ். ஸ்படிகம்

**வண்ணக்கணிகங்கள்** (Chromoplasts): இவைகள் பல வகையான வடிவங்களில் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, இவைகள் நீண்டும், பல கோணங்களைப் பெற்றும், உருண்டைகள் போன்றும் இருக்கக்கூடும் (படங்கள் 2.12, 2.22). மேலும் இவைகளில் பெரும்பாலும் காணப்படுகின்ற வண்ணப் பொருள், மஞ்சள் அல்லது ஆரஞ்சு நிறத்தை உடையன. இந்த வண்ணப் பொருள்கள் கரோட்டினாய்ட்கள் பிரிவைச் சார்ந்ததாகும். இவைகள் தாவரங்களின் வெவ்வேறு உறுப்புகளிலும் வெவ்வேறு அளவில் காணப்படுகின்றன. இவைகள் பெரும்பாலும் இலைகளிலும் இளந்தண்டுகளிலும் உண்டாவதில்லை. சிலசமயங்களில் வண்ணக்கணிகங்கள், வெளிர்க்கணிகங்களிலிருந்து உண்டாகக்கூடும்.

**வெளிர்க்கணிகங்கள்** (Leucoplasts): இந்த வகைக் கணிகங்கள், முதிர்ச்சியடைந்த செல்களிலும், ஒளிபடாத பாகங்களிலும் தோன்றுகின்றன. உதாரணமாக, பித் பாகத்திலுள்ள (Pith region) பாரங்கைமாத் திசுவிலும், நிலத்தின் கீழ் அமைந்திருக்கின்ற உறுப்புகளிலும் காணப்படுகின்றன. இவை சாதாரணமாக, நூக்ளியஸைச்

சூழ்ந்து, நிலை, யற்ற வடிவங்களைப் பெற்றும் காணப்படுகின்றன. இவைகளில் உட்பிரிவுகள் இருப்பதை மேலே கூறக்கண்டோம்.

**மிட்டோக்காண்ட்ரியா** (Mitochondria) : இவை ஒளிமைக்ராஸ்கோப்பில் காணப்படுகின்ற ஒருவகையான புரோட்டோபிளாஸ்மிக் கூறுகள் ஆகும். இவைகளுக்குக் காண்ட்ரியோஸோம்கள் (chondriosomes) என்ற மறுபெயருமுண்டு. இவை கூருணர்வைப் (sensitivity) பெற்றிருப்பதனால், சூழ்நிலை மாற்றங்களினால் எளிதில் பாதிக்கப்படக் கூடியவைகளாயுள்ளன. இவை புரதம், லிப்பிட் (lipid) பொருள்களால் ஆனவை. ஒரு உயிரினத்தில் இருக்கின்ற மிட்டோகாண்ட்ரியாக்களை எல்லாம் ஒன்றுசேர்த்து காண்டிரியோஸோம் (chondriosome) என்று கூறலாம்.

எ.மை. (E.M.) நோக்கின்படி ஒவ்வொரு மிட்டோக்காண்டிரியாவும் (mitochondria) இரட்டிப்பான மெம்பரேன்களினால் (வெளிப்புற, உட்புற) வரையறுக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இந்த இரு மெம்பரேன்களில், உட்புற மெம்பரேன் மிட்டோகாண்டிரியாவின் மையத்தை நோக்கி உள்ளிழுக்கப்பட்ட பல மடிப்புகளையும் [கிரிஸ்ட்டே (cristae)], விரல் போன்ற நீட்சிகளையும் (finger like projections) பெற்றிருக்கின்றது (படம் 2.5). இந்த இரு மெம்பரேன்களுக்கிடைப்பட்ட இடைவெளியில், பாஸ்பரம், லிப்பிட் கலந்த கலவைப்பொருள் அடர்த்தியாக அமைந்திருப்பதாகக் கூறப்படுகின்றது. மிட்டோகாண்டிரியாக்கள் எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையுடனும், நூக்ளியஸ் உறையுடனும் தொடர்புற்று காணப்படுகின்றன. செல்கள் முதுமையடையும்பொழுது, இவை சிதைவுறுகின்றன. அதே சமயத்தில் உணவுப்பொருள் கிடைக்காத நிலையில் இவைகள் சுருங்கிவிடுகின்றன. மிட்டோகாண்டிரியாக்கள் தன்னைத்தானே பெருக்கிக்கொள்ளவும், அதன் பிறகு வளர்ச்சியடையவும் கூடும். இவை ஆக்ஸிடேடிவ் என்ஸைம்களை (oxidative enzymes) பெற்றிருப்பதிலிருந்து இவை சுவாசித்தல் நிகழ்ச்சியில் சம்பந்தப்பட்டு அதில் பெரும் பங்குகொள்கின்றன என்று கருதப்படுகின்றது.

## (2) புரோட்டோபிளாஸமற்ற கூறுகள் (Non-Protoplasmic Components)

**சாற்றுக்குழிகள்** (Vacuoles) : இவை ஸைட்டோபிளாஸத்தில் காணப்படுகின்ற செல் சாற்றினால் நிரப்பப்பட்ட குழிகளாக உண்டாகியிருக்கின்றன. இப்படிப்பட்ட குழிகளுக்குச் சாற்றுக் குழிகள் என்று பெயர். இந்தச் சொல் லேத்தின் மொழியின்

சொல்லான வாக்குவூஸ் (Vacuus) என்ற சொல்லிலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டதாகும். இதற்கு அந்த மொழியில் காலியானது என்று பொருள். இந்த சாற்றுக்குழிகள் எல்லா வகையான உயிருற்ற ஸெல்களிலும் வெவ்வேறு எண்ணிக்கையிலும் வடிவங்களிலும் காணப்படுகின்றன. இவைகளில் அடங்கியிருக்கின்ற சாறின்இராசாயன இயல்புகளும் அமைவும் (composition) அடிக்கடி மாறி வெவ்வேறு ஸெல்களிலும் வெவ்வேறு வகையினதாக இருப்பதோடல்லாமல், ஒரே ஸெல்லில் இருக்கின்ற வெவ்வேறு சாற்றுக் குழிகளிலும் வெவ்வேறு வகையினதாக இருக்கின்ற உண்மையைத் தெரிந்துகொள்ள முடியும். இந்த சாற்றுக்குழிகள் நிறமற்றவைகளாகவோ அல்லது நிறமுற்றவைகளாகவோ காணப்படுகின்றன. ஒரு ஸெல்லில் அல்லது ஒருஉயிரினத்தில் இருக்கின்ற சாற்றுக்குழிகளின் தொகுப்பை, வாக்குவோம் (vacuome) என்று பொதுப்படையாகக்கூறலாம்.

சாற்றுக்குழிகளின் சாறில் முக்கிய கூறாக இருப்பது நீராகும். அதில் பலவகையான உப்புகள், சர்க்கரைப்பொருள்கள், அங்கக அமிலங்கள் (organic acids), புரதங்கள், கொழுப்பு, எண்ணெய்ப் பொருள்கள் முதலியன வெவ்வேறு அளவிலும், வெவ்வேறு கூட்டாகவும் கலந்து கரைசலாகவோ (solution) அல்லது கொல்லாய்டல் நிலையிலோ இருப்பதாகக் கூறப்படுகின்றது. இவை மட்டுமன்றி டேன்னின் (tannin) என்ற பொருளும், ஆந்தோஸியானின் பிரிவைச் (Anthocyanin group) சார்ந்த நீலம் அல்லது சிகப்பான வண்ணப் பொருள்களும் கலந்து காணப்படுகின்றன. சாற்றுக்குழிகளில் காணப்படுகின்ற எல்லாப்பொருள்களும் உயிரற்ற பொருள்கள் (ergastic substances) என்று கூறப்படுகின்றன. இந்த உயிரற்ற பொருள்களில் இருவகைகள் இருப்பதாகத் தெரிகின்றது. ஒருவகை சேமிப்புப் பொருள்கள் (reserve substances) எனவும், மற்றொரு வகை விளைப்பொருள்கள் (by-products) எனவும் கூறப்படுகின்றன. சாற்றுக்குழிசாறு ஒரு வகையான பசைபோன்று (viscous) இருக்கும்.

சாற்றுக்குழிகள் ஆக்குத்திசுவின் ஸெல்களிலும் முதிர்ச்சியடைந்த உயிருற்ற ஸெல்களிலும் காணப்படுகின்றன. ஆனால் முன்னதில் சிறியவைகளாகவும், பலவாகவும் பின்னதில் ஸெல்கள் ஒவ்வொன்றிலும் நடுமையத்தில் ஒன்றாகவும் பெரும்பாலும் காணப்படுகின்றன. எப்படி இருந்தபோதிலும், சாற்றுக்குழிகள் அவை

களின் அளவு, வடிவங்களைப் பொருத்து அடிக்கடி மாறிக் கொண்டிருக்கின்ற உண்மை குறிப்பிடத்தக்கதாகும். குறிப்பாக ஆக்குத் திசு செல்களில், பல சிறிய சாற்றுக்குழிகள் ஒன்று சேர்வதும், பிறகு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை அடைந்த பிறகு பலவாகப் பிரிதலும் சாதாரணமாகக் காணப்படக்கூடிய நிகழ்ச்சியாக அமைந்திருக்கின்றது.

சாற்றுக்குழிகளின் தோற்றத்தைக் குறித்து கருத்து வேறுபாடுகள் இருந்து வருகின்றன. ஒரு கருத்தின்படி சைட்டோபிளாஸத்தில் பிரிந்த சிலவகையான கொல்லாய்டல் பொருள்கள் நீரை அதிக அளவில் எடுத்துக் கொள்வதினுல் சாற்றுக்குழிகள் தோன்றுகின்றன என்று கூறப்படுகின்றது. மற்ருெரு கருத்தின்படிச்சாற்று குழிகளுக்குத் தன்னைத்தானே பெருக்கிக் கொள்ளக்கூடிய இயல்பு இருக்கின்ற காரணத்தினுல் ஒரு சாற்றுக் குழியிலிருந்து மற்ருெரு சாற்றுக்குழி உண்டாகின்றது என்று கூறப்படுகின்றது. சமீப காலத்தில் எ.மை. **(E.M.)** மூலம் கண்டறிந்தபடி இவைகள் பிரிவடைந்துகொண்டு வருகின்ற எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையிலிருந்து தோன்றுகின்றன என்ற கருத்து அறிவிக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

**உயிரற்ற பொருள்கள்** (**Ergastic Substances**) : இவை உயிருற்ற செல்களில் வளர்சிதை மாற்றத்தினுல் (**metabolism**) ஏற்படுகின்ற பலதரப்பட்ட பொருள்களைக் குறிக்கின்றன. இந்த வகையில் உண்டாகின்ற பொருள்கள் எல்லாம், செல்களின் சாற்றுக்குழாய்களிலோ, அல்லது செல்லுறைகளிலோ அமைந்து காணப்படுகின்றன. இந்தப் பொருள்கள் முற்பகுதியில் கூறியபடி, கழிவுப் பொருள்களாகவும் (**waste products**) அல்லது சேமிப்புப் பொருள்களாகவும் இருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்தப் பொருள்களாவன: பலவகையான சர்க்கரைப் பொருள்கள் (**carbohydrates**) செல்லுலோஸ் (**cellulose**), தரசம் (**Starch**), புரதப் பொருள்கள் (**proteins**), கொழுப்புகளும் (**fats**) கொழுப்பு சம்பந்தப்பட்ட பொருள்கள், தாதுப்பொருள்கள் (**mineral substances**) [இவை பெரும்பாலும் படிகங்களாகக் (**crystals**) காணப்படுகின்றன,] டேன்னின் (**tannin**), பிசின் (**gum**), ரெஸின் (**resin**), ரப்பர் (**rubber**), ஆல்கலாய்ட்கள் (**alkaloids**) முதலியவைகளாகும். இந்த பலதரப்பட்ட உயிரற்ற பொருள்களில் நன்கு அறிமுகமானதும், பெரும்பாலும் காணப்படுகின்றதுமான ஒருசிலவற்றை குறித்து இப்பொழுது தெரிந்து கொள்வோம்.

**சர்க்கரைப்பொருள்கள் (Carbohydrates):** இந்தப் பிரிவைச் சார்ந்த பொருள்களில் முக்கியமானதாக செல்லுலோஸையும், தரசப் பொருளையும் கூறலாம். இவைகளில், செல்லுலோஸ், செல் லுறைகளை உண்டாக்குவதற்கும், தரசப்பொருள்கள் சேமிப்புப் பொருள்களாகவும் இருந்து பயன்படுகின்றன. வேதியியலின்படி, இவைகளை ஆராய்ந்தால், இவைகள் நீண்ட தொடர்ச்சியாக அமைந்துள்ள குளுகோஸ் (glucose) மூலக்கூறுகளைப் (molecules) பெற்றிருப்பதாகத்தெரிகின்றன. பின் அத்தியாயத்தில் கூறியிருப் பது போல, இந்த மூலக்கூறுகள் ஒரு ஒழுங்கற்ற முறையிலமைந் திப்ருபதையும், இப்படிப்பட்ட உள்ளமைப்பைக் கொண்ட செல் லுறைகளை போலரைஸ்ட் (Polarised) ஒளியில் பார்க்கும்பொழுது, அந்த பாகங்கள் பிரகாசமாக இருப்பதை அறிந்து கொள்ளலாம். இந்த நிகழ்ச்சியை அனிஸோட்ரோப்பி (anisotropy) என்று கூறு கின்றார்கள் (மேற்கொண்டு விவரங்களுக்கு, செல்லுறை அத்தியா யத்தைப்பார்க்கவும்). ஆனால் தரசப்பொருள்களை இந்த வகையில் ஆராயும்பொழுது, அவை சிலுவை வடிவத்தில் அமைந்த பிரகாச மான பட்டைகளை வெளிப்படுத்துகின்றன (படம் 2.21). மேலே கூறப்பட்ட இருவகையான பொருள்களும் நீரை உறிஞ்சிக் கொள்ளக்கூடியதும் அதனால் விரிவடையக் கூடியதுமான இயல் பினைப் பெற்றிருக்கின்றன. வெவ்வேறு இனங்களின் வெவ்வேறு தரசமணிகளை ஒளிமைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கும்பொழுது அவை கள் ஒவ்வொன்றும், பல அடுக்குகளுடன் ஒரு வரிசைக் கிரமமாக அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த அடுக்குகள் தரசமணிகளின் ஹைலம் (hilum) என்று சொல்லப்படுகின்ற புள்ளியைச்சுற்றி அமைந்திருக்கின்றன. ஹைலம், ஒரு வகையான தரசமணிகளில் நடுமையத்தில் உள்ளது. அதைச்சூழ்ந்து ஒன்றுக்குள் ஒன்றாக அவைகள் பல வட்டங்களைப் பெற்றிருக்கின்றன (படம் 2.15). உதாரணம்: அவரை விதை. வேறு ஒரு வகையில் அது மையத்திற் கப்பாற்பட்டு ஒரு பக்கமாக அமைந்து அதற்குத் தகுந்தாற் போல் அடுக்குகளும் அமைந்திருக்கின்றன (படம் 2.8). உதாரணம்: உருளைக்கிழங்கு. தரசம்கணிகங்களால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இவைகளில் ஒருவகையான தன்மயமாதல் தரசம் (assimilation starch) பசுங்கணிகங்களிலும், மற்றொரு வகையான சேமிப்புத் ரசம் (storagestarch) வெளிர்க்கணிகங்களிலும் உண்டாகின்றன. சிலஉதாரணங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட தரசமணிகள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து ஒரு சிறு தொகுப்பாகக் காணப்படுவதுண்டு. இவைகளுக்குக் கூட்டுத் தரசமணிகள் (compound starch grains) என்று பெயர் (படம் 2.7). (உதாரணம்; கிராமினிக் குடும்பத்தைச்

(Graminae) சார்ந்த விதைகள்; ஆரேஸி (Aracae) குடும்பத்தின் தரசமணிகள்). இவை இனத்திற்குத் தக்கவாறு, வெவ்வேறு வடிவங்களிலும், சில வேளைகளில் இவைகள் நிரந்தரமான ஒழுங் குற்ற வடிவத்தையும் அல்லது வேறுபடுகின்ற நிரந்தரமற்ற வடிவத்தையும் பெற்றிருக்கக்கூடும். சில சமயங்களில் தரசமணிகள் இனத்திற்கே உரியதொரு சிறப்பான வடிவத்தையும் பெற்றிருப் பதுமுண்டு. உதாரணமாக யூஃபோர்பியா (Euphorbia) இனத்தின் லேடக்ஸில் உண்டாகியிருக்கின்றவைகள் (படம் 2.18). இனுலின் (inulin) என்று சொல்லப்படுகின்ற மற்றொரு வகையான சர்க்கரைப் பொருள் கரைசலாக சாற்றுக் குழாய்ச்சாறில் கலந்து இருக்கிறது. இது டாலியா (Dahlia)வின் கிழங்கு போன்ற வேர் களில் (Tuberons roots) காணப்படுகின்றது. வேர்களின் வெட்டு களை (sections) தகுந்த முறையில் பக்குவப்படுத்தி மைக்ராஸ் கோப்பில் பார்க்கும்பொழுது இந்தப் பொருள் விசித்திரமான வடிவத்துடன் அதாவது விசிறி போன்று அல்லது சக்கரம் போன்று குறிப்பாக பக்க செல்லுறைகளில் படிந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 2.7). இது நீரில் கரையக்கூடியது. ஆனால் சாராயத்தினால் கரைக்கப்படாததாகும்.

**புரதங்கள்** (Proteins): இவைகள் அருவமற்றோ அல்லது படிக நிலைகளிலோ காணப்படுகின்றன. அருவப்புரதங்கள், கோதுமைத் தானியத்தின் எண்டோஸ்பர்ம் திசுவில் தரசத்துடன் கலந்து காணப்படுகின்றன. படிக நிலையிலுள்ள புரதங்கள் உருளைக் கிழங்கின் வெளிப்பகுதிகளில் இருக்கின்ற பாரங்கைமாத் திசுக்களில் உண்டாகின்றன.

புரதங்கள், புரோட்டோபிளாஸம், புரோட்டோபிளாஸ்மிக் கூறுகளில் (protoplasmic components) முக்கியமான பகுதியாக அமைந்திருக்கின்றன. இவைகளுக்கு படிகநிலைத் தன்மைகளும், கொல்லாய்ட்கள் தன்மைகளும் ஒருங்கே உண்டாகியிருப்பதினால், இவைகளுக்கு கிரிஸ்டல்லாய்ட்கள் (crystalloids) என்ற பெயரு முண்டு. சேமிப்பு புரதங்கள் (storage proteins), அலிரோன்மணி கள் (aleurone grains) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவைகளின் அமைப்பு எளியதாகவும் அல்லது வேறு வகையான தாதுப்பொருள் களுடன் கலந்து [மக்னீஷியம்+பொட்டாஸியம் பாஸ்ஃபேட் (Magnesium+Potassium phosphate)] ஒரு கூட்டு நிலையிலும் காணப் படும். இப்படிப்பட்ட கூட்டுநிலையில் காணப்படுகின்ற ஒவ்வொன் றையும் அலிரோன் மணிகள் என்றும் அவைகள் ஒவ்வொன்றிலும் தாதுப்பொருள்களாலான குலோபாய்ட்களும் (globoids) புரத படிகங்களும் அதாவது கிரிஸ்டல்லாய்ட்களும் சேர்ந்து உண்டாகி

யிருக்கின்ற நிலைமையை ரிஸினுஸ் கொம்முனிஸ் (Ricinus communis) என்பதின் எண்டோஸ்பர்ம் ஸெல்களில் காணலாம் (படம் 2.10).

கொழுப்புகளும், கொழுப்பு சம்பந்தப்பட்ட பொருள்களும் (Fats and related substances): இந்தவகைப் பொருள் பெரும்பாலும் எல்லாத் தாவர இனங்களிலும், ஏதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் காணப்படுகின்றது. கொழுப்புப் பொருள் என்று கூறப்படும் பொழுது, இது எண்ணெய்கள், திரவ அல்லது திடநிலையிலுள்ள கொழுப்பு, மெழுகுகள் (waxes) ஸூபரின் (suberin) போன்றவை களையெல்லாம் குறிப்பதாகக் கொள்ள வேண்டும். இந்த வகைப் பொருள், விதை, கரு, ஸ்போர்கள் (spores) முதலியவைகளில் பெரும்பாலும் சேமிப்புப் பொருளாக உண்டாகிறது. இது திரவ நிலையில் சிறு துளிகளாகவோ (droplets) அல்லது திடநிலையில் ஒன்று சேர்ந்த சிறு தொகுப்பு களாகவோ ஸைட்டோபிளாஸத்தில் பரவியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்தவகைப் பொருள்கள் எல்லாம் மேலே கூறப்பட்ட எலியோபிளாஸ்ட்களிலிருந்து உண்டாக்கப்படுகின்றன நறுமணத்தைக் கொடுக்கக்கூடிய எண்ணெய்ப் பொருள்கள் சில வேளைகளில் செடி முழுவதும் பரவியும், வேறு சில வகைகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட உறுப்புகளிலும் மட்டும் (உதாரணமாக, இலை, பூ, கனி) உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

டேன்னின்கள் (Tannins): இவை ஃபீனலிலிருந்து (phenol) உண்டான பலதரப்பட்ட வகையைச்சார்ந்த பொருள்களாகும். மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கும் பொழுது, இவை மஞ்சள், சிகப்பு, பழுப்பு நிறப்பொருள்களைப் பெற்றிருப்பதாகக் காணப்படுகின்றன. டேன்னின்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட குடும்பங்களுக்கே உரித்தான முறையில் வெவ்வேறு அளவிலும், வெவ்வேறு உறுப்புகளிலும் அல்லது எல்லா உறுப்புகளிலும் ஒத்தாற்போல் உண்டாகியிருக்கக்கூடும். இந்தப் பொருளை பெற்றிருக்கின்ற ஸெல்கள் எல்லாம் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்ந்து தொடர்ச்சியாகவும், அல்லது அங்குமிங்குமாகத் தனிப்பட்ட ஸெல் களிலும் (idioblasts) உண்டாகின்றன. ஸெல்களைப் பொருத்த மட்டில், டேன்னின்கள் சாற்றுக்குழாய்களிலும், அல்லது சிறு சிறுதுளிகளாக ஸைட்டோபிளாஸத்திலும் அல்லது ஸெல்லுறைப் பகுதிகளிலும் [கார்க் ஸெல்களில்; (cork cells)] காணப்படுகின்றன. இவை செடிகளுக்குப் பலவகையான பாதுகாப்பைக் கொடுப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. உதாரணமாக, நீர்குறைவதினால் ஏற்படுகின்ற விளைவு

களிலிருந்தும், அழுகுதலிலிருந்தும் (rotting), பிராணிகளின் பாதிப்புகளிலிருந்தும் செடிகளைப் பாதுகாப்பதற்கு இப்பொருள் கள் பயன்படுகின்றன.

படிகங்கள் (Crystals) : படிகங்கள் வினைப்பொருள்களாகவோ (by-products) அல்லது கழிவுப்பொருள்களாகவோ செல்களில் உண்டாகின்றன. இவைகள் பல வடிவங்களிலும், இரசாயன அடிப் படையில் வெவ்வேறு இயல்புகளைக் கொண்டதாகவும் இருக் கின்றன. இவை கால்சியம் கார்பனேட் (Calcium carbonate), ஸிலிக்கன் (Silicon), ஜிப்ஸம் (gypsum) போன்ற பொருள்களாகவும் உண்டாகின்றன. அங்ககப் பொருள்களாக (organic compounds), கரோட்டின்களும் (Carotenes), பெர்பரின் (Berberin) ஸப்போனின் (Saponin) போன்றவைகளுமுண்டு.

படிகங்களின் வடிவமும், செடி உறுப்புகளில் அமைந்திருக் கின்ற முறையும், அதிகஅளவில் மாறுபடுகின்றன. உதாரணமாக படிகங்கள் தனிமையானதாகவோ அல்லது கூட்டு நிலையிலோ காணப்படும். இவைகள் சதுரமாகவும், நீண்ட சதுரமாகவும் ராம் பாய்டல் (படம் 2.20) (rhomboidal) வடிவத்துடனும், ஆறு (படம் 2.17) அல்லது எட்டு பக்க வடிவங்களுடனும் (hexagonal or octogonal) உண்டாகியிருப்பதைக் காணலாம். படிகங்கள் நீண்டு, ஊசிபோன்றும், தனிப்பட்டும் காணப்படும்போது, அவை களுக்கு ஸ்டைலாய்ட்கள் (styloids) (படம் 2.13) என்றும் அவை கள் ஒன்று சேர்ந்து கூட்டமாக அல்லது கற்றையாக ஒரு செல்லில் காணப்படும்போது ராஃபைட்கள் (raphides) என்றும் கூறப்படு கின்றன (படம் 2.19). வேறு வடிவத்தில் உள்ள ஸ்படிகங்கள் ஒன்றுசேர்ந்து உருண்டையாகவோ, அல்லது முட்கள் போன்ற பரப்பைப் பெற்றுள்ள உருண்டைகளாகவோ உண்டாகியிருப் பவைகளை ட்ருஸ்கள் (Druses) என்று சொல்லலாம் (படம் 2.16). சில சமயங்களில் படிகங்களின் அளவு மிகச்சிறியதாகவும், பார்ப் பதற்கு மணல் போன்று ஒரு செல்லினுள் அடர்த்தியாக பரவி இருக்கின்றன. அவைகளுக்கு படிகமணல் (Crystal sand) என்று பெயர்.

கால்சியம் ஆக்ஸலேட் (Calcium oxalate) படிகங்கள் சாதாரண செல்களிலும் அல்லது தனிப்பட்ட செல்களிலும் காணப்படுகின்றன. இவைகள் சாற்றுக்குழிகளிலிருந்தும் அல்லது ஸைட்டோபிளாஸத்திலிருந்தும் உண்டாவதாகக் கருதப்படு

கின்றன. தாவரஇனங்களுக்கிடையே படிக வகைகள் வெவ்வேறு நிரந்தர வடிவ வேறுபாடுகளுடன் காணப்படுவதினால், இவை இனங்களின் சிறப்பியல்பாகவும் அவைகளைப் பிரித்தறிவதற்கும், உறவு காண்பதற்கும் உரிய இயல்புகளில் ஒன்றாக மதிக்கப்படுகின்றன. படிகங்கள் பிரைமரித் திசுக்களிலும், செகண்டரி திசுக்களிலும் காணப்படுகின்றன.

ஸிஸ்டோலித்துகளைக் (cystolith) குறித்தும், ஸிலிகாப் பொருள்களைக் குறித்தும் பின்வரும் அத்தியாயத்தில் விவரிக்கப் பட்டிருப்பதைப் பார்க்கவும்.

# 3. செல் பிரிதல் (Cell division)

செல் பிரிதல், உலகத்திலுள்ள எல்லா உயிரினங்களிலும் ஏற்படுகின்ற பல நிகழ்ச்சிகளில் ஒன்றாகும். இது ஒரு பொது இயல்பாக அமைந்து, அவைகளிலெல்லாம் ஏற்படுகின்ற ஒரு முக்கியமான நிகழ்ச்சி என்று கூறுவது மிகையாகாது. கருவிலிருந்தோ அல்லது ஸைகோட் (zygote) போன்ற அடிப்படை ஒரு செல் அலகிலிருந்தோ ஒரு உயிரினம் அதற்குரித்தான முறையில் படிப்படியாக வளர்ந்து, மாற்றங்களின் மூலம் வெவ்வேறு வகையான தோற்றங்களைப் பெறுவதற்கும், வாழ்ந்து வருவதற்கும் செல் பிரிதல் என்ற நிகழ்ச்சி அடிப்படை ஆதாரமாக இருக்கின்றது என்பது எல்லோராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டதும், இயற்கையில் நிகழ்ந்து வருவதுமான உண்மையுமாகும். பூக்கும் தாவர இனங்களை (flowering plants) உதாரணமாக வைத்துக்கொண்டு ஆராயும் பொழுது, அவை முதன்முதலாக ஸைகோட் (zygote) என்று சொல்லப்படுகின்ற ஒரு தனிப்பட்ட செல் (இது பாலின முறையில் ஏற்பட்ட செல்லாகும்) மேற்கொண்டு வளர்ந்து வருவதிலிருந்து உண்டாகின்றன என்பதை அறியலாம். முழு வளர்ச்சியடைந்த ஒரு செடி உண்டாகின்றது என்று கூறும்பொழுது, அது முதன் முதலாக ஸைகோட் என்ற தனிப்பட்ட செல்லில் ஏற்படும் செல் பிரிதலினால்தான் என்று அறியவேண்டும். ஆதலால் எந்த ஒரு செடியின் வளர்ச்சி தொடக்கத்தில் ஏற்படுகின்ற நிகழ்ச்சி செல் பிரிதலேயாகும். இந்த தனிப்பட்ட செல், பிரிவுறுதலினால், இரண்டு புதிய செல்கள் உண்டாகின்றன. இந்த இரண்டு செல்களில் தொடர்ந்து செல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்டு பல செல்கள் தோன்றுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட நிலைவரை செல் பிரிதல்கள் தொடர்ந்து ஏற்பட்டுக்கொண்டு வருவதினால் பல்லாயிரக்கணக்கான செல்களும், இந்த செல்கள் இயல்புகள், செயல்கள், தோற்றம், அளவு போன்ற அடிப்படைகளின் மூலம் வேறுபட்டு பலவகையான திசுக்களாகவும், பிறகு பலவகையான திசுக்கள் ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட வகையில் ஒன்று சேர்ந்தமைந்து உறுப்புக்

களையும் பல வகையான உறுப்புக்கள் ஒன்று சேர்ந்து கடைசியில் முழுவளர்ச்சியுற்ற செடியாகவும் உண்டாகின்றது. வளர்ச்சி முறையில் இவ்வாறாக திசுக்களும், உறுப்புக்களும் ஒரு குறிப்பிடத் தக்க அளவிற்கு உண்டான பிறகு, தொடக்கத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலைவரை எல்லா செல்களிலும் ஏற்பட்டு வந்த செல் பிரிதல் இப்பொழுது, ஒரு உறுப்புகளின் குறிப்பிட்ட பகுதிகளிலும், அதாவது வளர்ச்சியடைந்துகொண்டு வருகின்ற பகுதிகளில் அல்லது கேந்திரங்களில் மட்டும் (ஆக்குத் திசுக்களின் பகுதிகளில்) தாவர இனங்களின் வாழ்நாள் பூராவும் நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கும். சுருங்கக்கூறின், பல செல்களாலான செடியில் செல் பிரிதல், பல வகை வளர்ச்சி மாற்றங்கள் ஏற்பட்டு முதிர்ச்சியடைந்த திசுக்களில் தொடர்ந்து ஏற்படாமல், மாறுபாடும், முதிர்ச்சியடையாத கேந்திரங்களில் மட்டும் எப்பொழுதும் ஏற்பட்டுக்கொண்டு இருக்கும் என்பதாகும்.

செல் பிரிதலில் முக்கியமாக இருவகைகளுண்டு. ஒன்றை மைட்டோஸிஸ் (**mitosis**) என்றும், மற்றொன்றை மெயோஸிஸ் (**meiosis**) என்றும் கூறலாம். மைட்டோஸிஸை, எட்வார்ட் ஸ்ட்ராஸ்பர்கர் (**Edward Strasburger**) என்பவர் முதன் முதலாக, தாவர இனங்களில் ஏற்படுவதை சுமார் 1880-ம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார். இதுபோல், பிராணிகளிலிருப்பதாக வால்தர் ஃபிளம்மிங் (**Walther Flemming**) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இந்த கண்டுபிடிப்புக்கு சுமார் 15 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு மெயோஸிஸ் உயிரினங்களில் ஏற்படுவதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

**மைட்டோஸிஸ் (Mitosis):** செல் பிரிதல் இருவகையான நிகழ்ச்சிகளினால் முடிவுறுகின்றது. செல் பிரிதலை அடையக்கூடிய ஒவ்வொரு செல்லிலும், முற்பகுதியில் அதனுடைய நூக்ளியஸ் படிப்படியாக வெவ்வேறு மாற்றங்களையும், நிலைகளையும் அடைந்து கடைசியில் இரு நூக்ளியஸ்களாகப் பிரிகின்றது. இப்படி முற்பகுதியில் ஏற்படுகின்ற நூக்ளியஸ் பிரிதலை மைட்டோஸிஸ் அல்லது நூக்ளியஸ் பிரிதல் (**mitosis or Karyokinesis**) என்று கூறலாம். இதைத் தொடர்ந்து பிற்பகுதியில் நூக்ளியஸ் அல்லாத ஏனைய ஸைட்டோபிளாஸ்மிக் பகுதிகள் பிரிந்து இருகூறுகளாக ஏற்படுவதை ஸைட்டோபிளாஸம் பிரிதல் (**cytokinesis**) என்று கூறலாம். ஸைட்டோபிளாஸம் பிரியும்பொழுது புதியதொரு செல்லுறை ஏற்படுகின்றது. சில சமயங்களில், மைட்டோஸிஸ் மட்டும் அடிக்கடி ஏற்பட்டு ஸைட்டோபிளாஸம் பிரியாமலிருக்கலாம் அல்லது ஸைட்டோபிளாஸம் மட்டும் பிரிவுபட்டு, மைட்டோஸிஸ் ஏற்படாமலும் இருக்கலாம்.

பிரிவுறுகின்ற நிலையிலுள்ள செல்கள், ஓய்வு நிலையில் (resting stage) அல்லது இடைநிலையில் (interphase) இருப்பதாகக் கருதப் படுகின்றன. இந்த இரு கலைச்சொற்களில் முன்னது பொருத்த மானதாகக் கருதப்படுவதில்லை. இடைநிலை என்ற சொல் உண்மை யான நிலைமையைச் சரிவர குறிப்பதினால், இது முன்னதைவிட மேலானதாக ஒப்புக்கொள்ளப்படுகின்றது. இந்த இடைநிலை என்பது அடுத்தடுத்தேற்படுகின்ற இரு மைட்டோஸிஸ்களுக்கு இடைப்பட்ட நிலையிலிருக்கின்ற செல்லின் நிலையைக் குறிப்ப தாகும். ஆனால் ஒரு நூக்ளியஸ் பிரிதலை அடையாத நிலை யிலிருக்கும்பொழுதும் சாதாரண நிலையிலிருக்கும் பொழுதும் அது மெட்டாபோலிக் (metabolic) அல்லது எனர்ஜிக் (energic) நிலை யிலிருப்பதாகக் கூறப்படுகின்றது. இடைநிலையிலுள்ள நூக்ளியஸ் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் (சிற்றினத்திற்கு தக்கவாறு குரோமோஸோம்களைப் பெற்றிருந்தபோதிலும் அவைகளைச் சரிவர ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றை எளிதில் பிரித்தறிய முடிவதில்லை. ஏனென்றால், அவைகள் எல்லாம் ஒன்றோடொன்று பின்னப்பட்ட நுண் இழைகளாக அமைந்திருக்கின்றன (படம் 3.1). குரோமோ ஸோம்கள் இந்த நிலையிலமைந்திருப்பதினால், நூக்ளியஸ் ஒரு பரவலான வலை போன்ற தோற்றத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. மைட்டோஸிஸில் முக்கியமாக ஏற்படுகின்ற மாற்றங்களையும் அவை சம்பந்தப்பட்ட நிகழ்ச்சிகளையும் குரோமோஸோம்களில் காணலாம். இதில் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் சிறப்பாக குரோமோ ஸோம்களைப் பொருத்து ஏற்படுவது என்னவென்றால், அவைகள் ஒவ்வொன்றும் நீளப்போக்கில் பிரிவுறுதலினால், இரட்டிப்பை (doubling) அடைகின்றன. இதன் பிறகு ஒருபாதி செல்லின் ஒரு துருவத்தை நோக்கியும் (pole) மற்றொரு பாதி எதிர் துருவத்தை நோக்கியும் சென்றடைந்து நூக்ளியஸை முறையே உண்டாக்குகிறது. மைட்டோஸிஸிலேற்படுகின்ற மாற்றங்கள் நான்கு நிலைகளில் அடுத்தடுத்து ஏற்படுகின்றன. அவைகளாவன (1) புரோஃபேஸ் (prophase) (2) மெட்டாஃபேஸ் (metaphase) (3) அனஃபேஸ் (anaphase) (4) டிலோஃபேஸ் (telophase). இப்பொழுது ஒவ்வொரு நிலையைக் குறித்தும் விரிவாகத் தெரிந்து கொள்வோம். நன்கு விளங்குவதற்காக பெரிய குரோமோஸோம் களையும், குறைந்த எண்ணிக்கையான ஆறு குரோமோஸோம்களை யுடைய செல்லில் ஏற்படும் மைட்டோஸிஸ் விளக்கப்பட்டிருக் கின்றது.

(1) புரோஃபேஸ் (Prophase): பிரிதலுக்கு முன்பு மெட்டா போலிக் அல்லது எனர்ஜிக் நிலையிலுள்ள நூக்ளியஸைப் பார்க்கும் பொழுது, அதில் பல குரோமோநிமாட்டா (chromonemata)

என்று சொல்லப்படுகின்ற பல நுண்இழைகளிலிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இவைகளின் எண்ணிக்கை, நீளம், சுருக்குற்ற அல்லது முறுக்குற்ற நிலை போன்ற இயல்புகளின் காரணமாக குரோமோநிமாட்டாவை ஒவ்வொன்ருக தனிப்படுத்தி தெரிந்து கொள்ள முடியவில்லை.

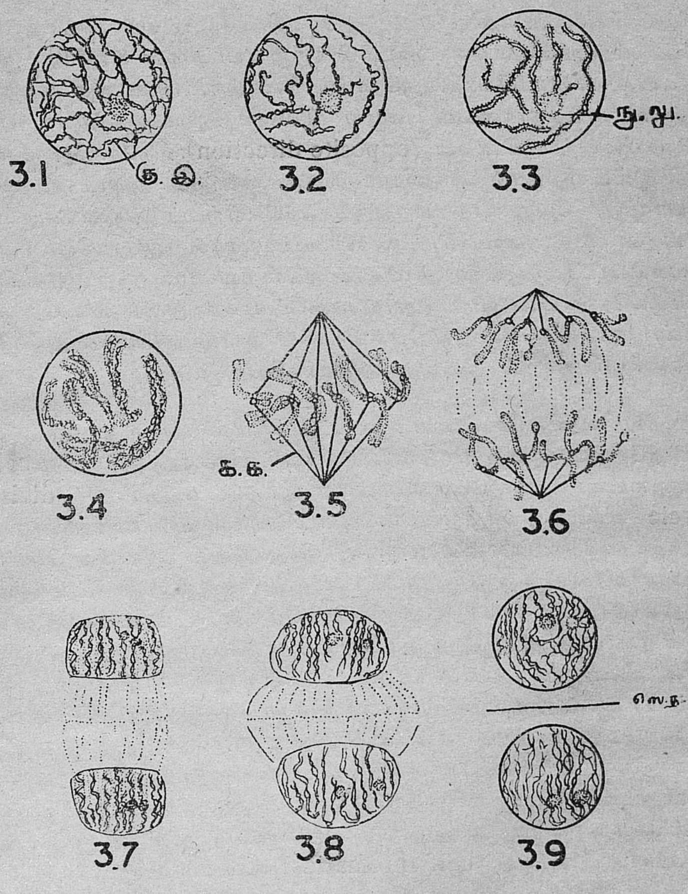
புரோஃபேஸின் தொடக்கத்தில், குரோமோநிமாட்டா சிறிதளவு ஒழுங்காக அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 3.2). இதனுல் வெவ்வேறு குரோமோஸோம்களின் நுண்ணிழைகள் தனிப்பட்டு வெவ்வேருக அமைகின்றன. இருந்தபோதிலும், நுண்ணிழைகளின் இரு நுனிப்பகுதிகளையும் பார்க்க முடிவதில்லை. அவை ஒன்றுடனென்று சுருண்டு காணப்படுகின்றன. இந்த நேரத்தில் குரோமோஸோம்களைக் கவனிக்கும்பொழுது, அவைகள் ஒவ்வொன்றும் நீளப்போக்கில் இரட்டிப்பு அடைந்து விடுவதினுல், குரோமோஸோம் ஒவ்வொன்றும் இணைப்போக்கிலமைந்திருக்கின்ற இரு நுண்ணிழைகளினுல் குறிப்பிடப்படுகின்றது. நீளப்போக்கில் இரட்டிப்படைந்த குரோமோஸோமின் ஒவ்வொரு சமபகுதிக்கும் குரோமாட்டிட் (chromatid) என்று பெயர். இந்த புரோஃபேஸ் நடுநிலையை (middle stage) அடையும்பொழுது, தொடக்கத்தில் சுருண்டு காணப்பட்ட குரோமோநிமாட்டா தளர்ச்சியுற்று, தடிப்புறுவதின் மூலம், ஒவ்வொரு குரோமோஸோமின் இரட்டிப்பான நிலை தெளிவாகத் தெரிகின்றது (படம் 3.3).

புரோஃபேஸின் கடை நிலையில், குரோமோஸோமின் பொருளினுலான உறை (matrix) ஒன்று ஒவ்வொரு குரோமோநீமா (chromonema) வைச் சூழ்ந்து, பிறகு, இந்த குரோமோநீமா மீண்டும் நெருக்கமாக சுருண்டு விடுகின்றது. இதனுல் குரோமோஸோம்கள் முன்னிலையில் காணப்பட்டதை விட அதிக அளவில் தடிப்பாகவும், சமமாகவும், குரோமாட்டின்களை நன்கு வெளிப்படையாகக் காட்டக்கூடிய நிலையை அடைந்தும் காணப்படுகின்றன. சில வேளைகளில், குரோமாட்டிட்டில் உள்ள ஒவ்வொரு குரோமோநீமாவும், நீளப்போக்கில் இரட்டிப்படைந்து விடுவதின் விளைவாக, ஒவ்வொரு குரோமோஸோம் முழுவதும், இந்த கடை நிலையில் நான்கு அரை குரோமாட்டிட்களாக (half chromatids) காணப்படுவதும் உண்டு. மேலும் கடைநிலையில் நூக்ளியோலுஸ் மறைந்து விடுகின்றது (படம் 3.4).

(2) மெட்டாஃபேஸ் (Metaphase): புரோஃபேஸை அடுத்து, புரோமெட்டாஃபேஸின் (prometa phase) மூலமாக, மெட்டாஃபேஸ் நிலையை நூக்ளியஸ் சீக்கிரமாக அடைகின்றது. இந்த மெட்டாஃபேஸில், பல சிக்கலான மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன.

நூக்ளியஸ்சாறும் (karyolymph or nucleo plasm) சைட்டோப்ளாஸத்தின் சில பொருள்களும் ஒன்றுசேர்ந்து, தொடர்ச்சியான மாற்றங்களை அடைந்து அக்ரோமாட்டிக் உருவத்தையும் (achromatic figure) அதில் கதிர்கோல் வடிவமான (spindle shaped) வடிவத்தையும் பெறுகின்றது (படம் 3.5). வேர்நுனிகளில் உள்ள நூக்ளியஸ்களில், கதிர்கோல் வடிவமான அமைப்பு, அவைகள் நூக்ளியஸின் எதிர்ப்பட்ட இரு துருவப்பகுதிகளிலும், நூக்ளியஸ் மெம்பரேனுக்கு வெளிப்பட்டும் உண்டாகின்றன. ஆனல் சில வேளைகளில் இது ஏறக்குறைய ஒரேகாலத்தில் நூக்ளியஸ் முழுவதும் உண்டாவதும் உண்டு. எப்படியிருந்தபோதிலும், இந்த நிலையில் நூக்ளியஸ் மெம்பரேன் மறைந்து விடுகின்றது. மேலும், குரோமோஸோம்கள், நூக்ளியஸின் நடுமையப் பாகத்தை நோக்கி வந்தடைகின்றன (படம் 3.5). ஒவ்வொரு குரோமோஸோமிலும் அதன் நீளத்தில் ஏதாவது ஒரு பகுதியில் குறுகலான பகுதியொன்று காணப்படுகின்றது. இந்தப் பகுதியை ஸெண்ட்ரோமியர் (centromere) அல்லது கினிடோக்கோர் (kinetochore) என்றழைக்கப்படுகின்றது. இந்தப் பகுதியில் தான், கதிர்கோல் வடிவ நார் (spindle fiber) குரோமோஸோமுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. குரோமாட்டிட் ஜதைகளின் ஸெண்ட்ரோமியர்களுடன் கதிர்கோல் வடிவ நார்களிணைக்கப்பட்டு, அவைகள் எதிர் எதிர் துருவங்களை நோக்கி நகருகின்றன (படம் 3.5). ஏற்கனவே குறிப்பிட்டபடி குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கை ஒவ்வொரு சிற்றினத்திற்கும் நிரந்தரமானதொரு இயல்பாக அமைந்து, சாதாரணமாக, இந்த எண்ணிக்கை இரட்டைப்படையாக (even) இருப்பதினல் இதை 2X அல்லது 2N என்றும், இந்த இரட்டைப்படை நிலையைக் குறிப்பதற்கு டிப்லாய்ட் (diploid) என்ற பெயரும் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

(3) அனஃபேஸ் (Anaphase): இந்த மூன்ருவது நிலையில் ஒவ்வொரு குரோமோஸோமின் இரு குரோமாட்டிட்கள் ஒவ்வொன்ருகத் தனிப்பட்டு எதிர் எதிர் துருவங்களை நோக்கி செல்கின்றன. இவ்வாறு செல்லும்பொழுது, ஸெண்ட்ரோமியர்கள் அல்லது கினிடோக்கோர்கள் குரோமாட்டிட்களுக்கு முன்காட்டியாக கதிர்கோல் வடிவ நார்களின்மூலம் செல்வதைப் பார்க்கலாம். இவ்வாறு தனிப்பட்டு செல்கின்ற நிலையில் உள்ள குரோமாட்டிட்கள் ஒவ்வொன்றையும் குரோமோஸோம்கள் என்று கூறலாம். இந்நிலையின் இறுதிக் கட்டத்தில், கதிர்கோல் வடிவ நார்கள் மறைந்து விடுகின்றன. மேலும் ஒவ்வொரு துருவத்தை நோக்கி வந்தடைந்த குரோமோஸோம்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு தொகுப்பாகக் காணப்படுகின்றது (படம் 3.6).




படம் 4.

படங்கள் 3.1—3.9. மைட்டோஸிஸ் ஸெல் பிரிதலில் வெவ்வேறு நிலைகள்.

விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

3.1. இடைநிலை; 3.2. புரோஃபேஸின் தொடக்க நிலை; 3.3. புரோஃபேஸின் நடு நிலை; 3.4. புரோஃபேஸின் கடைநிலை; 3.5. மெட்டாஃபேஸ்; 3.6. அனஃபேஸ்; 3.7. டிலோஃபேஸின் தொடக்க நிலை; 3.8. டிலோஃபேஸின் நடுநிலை; 3.9. டிலோஃபேஸின் இறுதி நிலை.

கு.இ. குரோமாட்டின் வலை இழை; நு.லு. நூஸெல்லுஸ்; க.க. கதிர்கோல் வடிவ நார்; ஸெ.த. ஸெல் தட்டு.

(4) டிலோஃபேஸ் (Telophase) : முன்னிலையில் ஒவ்வொரு துருவத்திலும் தொகுப்பாக ஏற்பட்ட குரோமோஸோம்கள் தொகுப்பும், மீண்டும் நூக்ளியஸாக உண்டாகின்றது (படங்கள் 3.7-3.9). இந்த நிலையில், புரோஃபேஸில் குரோமோஸோம்கள் அடைந்த மாற்றங்கள் எல்லாம், நூக்ளியஸ் பழைய நிலையை அடைவதற்காக எதிர் திசையில் ஏற்படுகின்றன (opposite direction). குரோமோஸோம்கள் இவ்வாறு மாற்றங்களையும் திருப்பங்களையும் அடைந்து வரும் பொழுது, வேறு பல மாறுதல்களும் ஏற்பட்டுக்கொண்டு வருகின்றன. உதாரணமாக, நூக்ளியோலுஸ்கள் குரோமோநிமாட்டாக்கிடையே புதிதாகத் தோன்றுகின்றன. மறைந்த நூக்ளியஸ் மெம்பரேன் மீண்டும் புதிதாக எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையிலிருந்து உண்டாக்கப்படுகின்றது. நூக்ளியஸின் அளவு அதிகரிக்க அதிகரிக்க நூக்ளியஸ் சாறின் அளவும் அதிகரிக்கின்றது.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட மைட்டோஸிஸ் அல்லது நூக்ளியஸ் பிரிதலேற்படுகின்ற மாற்றங்களில் குறிப்பாக ஒரு குரோமோஸோமினுடைய குரோமோநிமாட்டா பிரிதல் சுழற்சியல் (division cycle) எவ்வாறு மாற்றங்களை அடைகின்றன என்பதைக் குறித்து சுருக்கமாகக் கூறவேண்டுமானால், அவை முதன் முதலாக மெட்டாபோலிக் நிலையில் ஒரு குரோமோஸோமின் இரு குரோமாட்டின்களைக் குறிக்கக்கூடிய அளவிற்கு இரு குரோமோநிமாட்டாவாக தோன்றுகின்றன என்றும், இதை அடுத்து புரோஃபேஸின் தொடக்க நிலையில், அவைகள் சுருண்டு காணப்படுகின்ற இரு நுண்ணிழைகளாகவும் மாறுகின்றன என்றும், இதைத் தொடர்ந்து, புரோஃபேஸ் என்ற நிலை மேற்கொண்டு முன்னேறி செல்ல செல்ல, இந்த இரு குரோமோநிமாட்டாவும், நெருக்கமற்ற அளவில் இணைந்து விடுகின்றன என்றும் தெரிகின்றன. மெட்டாஃபேஸ் நிலையை அடைவதற்குள் ஒவ்வொரு குரோமோநீமாவும் இரண்டாக பிரிந்து இரு அரை குரோமாட்டிட்கள் (half chromatids) உண்டாகின்றன. இதனால் மெட்டாஃபேஸ் நிலையிலுள்ள ஒவ்வொரு குரோமோஸோமையும் கவனிக்கும்பொழுது, நான்கு குரோமோநிமாட்டாவும், நான்கு அரை குரோமாட்டிட்களையும் காணலாம். இவ்வாறு உண்டாகின்ற நான்கு குரோமாட்டிட்கள் இரு ஜதைகளாகத் தோன்றி பிறகு ஒவ்வொரு ஜதையும் மற்றொன்றிலிருந்து பிரிந்து, ஒரு துருவத்திற்கு ஒரு ஜதையாக, நகர்ந்து செல்கின்ற நிகழ்ச்சியை அனஃபேஸ் நிலையில் பார்க்க முடிகின்றது. ஒவ்வொரு ஜதையுற்ற குரோமோநிமாட்டாவும் (அதாவது ஜதையுற்ற இரு அரை குரோமாடிட்களும்) இந்த நிலையில் பிரிந்து சென்ற இரு குரோமோநிமாட்டா, குரோமாட்டிட்களாகவும் கடையியில் குரோமோஸோமாக மாறி உண்டாகின்றன.

**மைட்டோஸிஸின் இன்றியமையாமை :** ஒரு மைட்டோஸிஸ் ஏற்பட்ட பிறகு, அளவிலும், இயல்பிலும் ஒன்றையொன்று ஒத்திருக்கக் கூடிய இரு நூக்ளியஸ்கள் உண்டாகின்றன. குரோமோநிமாட்டா உயிரினத்தின் வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாத உள்ளமைப்புகளைத் தொடர்ச்சியாகப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த உள்ளமைப்புகள், குரோமோநிமாட்டா இரட்டிப்பானதற்குப் பிறகு கடைசியில் புதிதாகத் தோன்றுகின்ற இருமகள் நூக்ளியஸ்களுக்கு (daughter Nuclei) சம அளவில் பிரிந்து பகிர்ந்து கொள்ளப்படுகின்றன. இதன் விளைவாக, முதலிலிருந்த நூக்ளியஸின் இயல்புகளைப் பொருத்தமட்டில் எந்தவகை மாறுதலும் அடையாமல் அப்படியே அவை இரு நூக்ளியஸ்களிலும் திரும்ப உண்டாகின்றன. மைட்டோஸிஸில் இந்த வகையாக ஒவ்வொரு நூக்ளியஸின் இயல்புகளை இரு மகள் நூக்ளியஸ்கள் சமமாகப் பகிர்ந்து கொள்ளக்கூடிய அளவிற்கு நிகழ்ச்சிகள் ஏற்படுவதினால் இந்த பிரிதல் சமபாட்டுப் பிரிதல் (equational division) என்றும் கூறப்படுகின்றது. மேலும் விவரிக்க வேண்டுமானால் ஒரு ஸைகோட் அல்லது கருவுறுதலினால் ஏற்பட்ட ஸெல்லின் நூக்ளியஸை மேற்கூறப்பட்ட வகைகளில் பிரிதலுறும்பொழுது உண்டாகின்ற நூக்ளியஸ்களில் எல்லாம், ஸைகோட் அல்லது கருவுறுதலேற்பட்ட பிறகு ஸெல்லின் நூக்ளியஸினுடைய இயல்புகளை அப்படியே பெறுகின்றன. ஏனென்றால், நூக்ளியஸ்களில் அடுத்தடுத்து தொடர்ச்சியாக சமபாட்டுப் பிரிதல்கள் ஏற்படுகின்றன.

**குரோமோஸோமின் அசைவு (Chromosome movement) :** இதுகாறும் மைட்டோஸிஸைக் குறித்து தெரிந்து கொண்ட வகையில், குரோமோஸோம்கள் எல்லாம் பலவகையான மாற்றங்களை அடைவதோடு, அவை ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலில்லாமல், வெவ்வேறு இடங்களுக்கு சென்றடைவது என்ற நிகழ்ச்சி சிறப்பாகக் காணப்படுகின்றது. இந்த இடைநிலை மாற்றங்கள் குறிப்பாக துருவங்களை நோக்கி ஏற்படுவதற்கான இயக்கச் செல்லமைவைக் (mechanism) குறித்து இதுகாறும் கூறப்பட்டு வந்த கோட்பாடுகளும், கொள்கைகளும் ஒன்றுக்கொன்று முரண்பட்டு, குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு சிக்கலானதாகவும் இருக்கின்றன. இது சம்பந்தப்பட்ட இயக்க செல்லமைவைக் (mechanism) குறித்து விவரிக்க, விரியும் என்ற காரணத்தினால் ஒரு சில கோட்பாடுகளை மட்டும் சிறிது கவனிப்போம். மேலும் இதுவரையிலும் சொல்லப்படுகின்ற கொள்கைகள் எல்லாம் மனநிறைவைக் கொடுப்பதாகவும் இல்லை.

முற்காலத்தின் கோட்பாட்டின்படி, குரோமோஸோம்களுடன் இணைக்கப்பட்ட கதிர்கோல் வடிவ நார்கள் ஒரு நிலையில் சுருங்கு

வதின் மூலம் குரோமோஸோம்கள் துருவங்களை நோக்கி இழுக்கப் படுகின்றன என்பதாகும்.

மற்றொரு கோட்பாட்டின்படி, குரோமோஸோம்கள் தனிப் பட்ட வகையில் அசைந்தாடுவதினால் (oscillation) அவைஅமைந் திருக்கின்ற பகுதிகளில் உள்ள பொருளின் மாற்றம் அல்லது ஜெல்-ஸால் என்ற அடிப்படையில் மாற்றங்கள் மாறிமாறி ஏற்படுவதினால் குரோமோஸோம்கள் துருவங்களை நோக்கி நகர்கின்றன என்று கூறப்படுகின்றது.

வேறு ஒரு கோட்பாட்டின்படி மின்னாற்றலுக்குரிய (electrical கவர்தல் (attraction) தள்ளுதல் (Repulsion) போன்ற சக்திகள் உண்டாகின்ற அடிப்படையில், ஒத்த மின்விசை (charge) பெற் றுள்ளவைகள் தள்ளப்பட்டும், மாறுபட்ட விசைகளை உடையவை கள் கவரப்பட்டும், குரோமோஸோம்கள் துருவங்களை நோக்கி செல் கின்றன என்று கருதப்படுகின்றது.

எப்படியிருந்தபோதிலும், மைட்டோஸிஸைக் குறித்து எழுப் பப்படுகின்ற மூன்று கேள்விகள் என்னவென்றால் அதில் என்ன உண்டாகின்றது, ஏன் ஏற்படுகின்றது, எப்படி ஏற்படுகின்றது என்பதாகும். முதலிரண்டு கேள்விகளுக்கும் பதில்களை முற்பகுதி களின் மூலம் தெரிந்து கொண்டோம். ஆனால் மைட்டோஸிஸில், குறிப்பாக குரோமோஸோம்களைக் குறித்த அசைவுகள் எப்படி ஏற்படுகின்றன என்று அன்று எழுப்பப்பட்ட கேள்விக்குறி இன்று வரையிலும் மனநிறைவு கொடுக்கக்கூடிய அளவிற்கு விளக்கப்பட வில்லை. இருந்தபோதிலும் குரோமோஸோம்களின் அசைவுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட சக்தியினால் மட்டும் ஏற்படுவதாக தெரியவில்லை. இதற்கு மாறாக, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட, சம்பந்தப்பட்ட சக்திகளின் கூட்டுகளினால் ஏற்படக் கூடும் என்று கருதப்படுகின்றது.

மைட்டோஸிஸ் ஏற்பட்டு முடிவடைவதற்குரிய நேரம், திசுக் களின் வகைகளைப் பொருத்தும், உயிரினங்களைப் பொருத்தும், சூழ்நிலையின் வெட்பதட்ப நிலையைப் பொருத்தும் வேறுபடு கின்றது. உதாரணமாக, **திராடஸ்கேந்தியாவின்** (Tradescantia) கேசரத்தின் கேசத்தில் (staminal hair) ஏற்படுகின்ற மைட் டோஸிஸ், வெப்பநிலை $45^0$ செ ($45^0$C) ஆக இருக்கும்பொழுது, 30 நிமிடங்களும், $25^0$ செ ($25^0$C) ஆக இருக்கும் பொழுது 75 நிமிடங் களும், $10^0$ ($10^0$C) ஆக இருக்கும்பொழுது 135 நிமிடங்களும் முறையே தேவைப்படுகின்றன. மேலும் இதிலிருந்து தெரிவது என்னவென்றால், வெட்பநிலை குறையக்குறைய மைட்டோஸிஸிற்கு வேண்டப்படுகின்ற நேரம் அதிகரிக்கின்றது. மைட்டோஸிஸில்

அடங்கி இருக்கின்ற நான்கு வகையான நிலைகளில் புரோஃபேஸ் என்ற நிலைக்குத்தான் மற்ற நிலைகளைவிட பெரும்பாலும் அதிக நேரம் தேவைப்படுகின்றது என்றும் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது.

சைட்டோபிளாஸம் பிரிதல் (**Cytokinesis**): இந்த நிகழ்ச்சியைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வதற்கு கேசரத்தின் கேசங்களில் (**staminal hairs**) ஏற்படுகின்றதை உதாரணமாகக் கொண்டு கவனிப்போம். டிலோஃபேஸின் தொடக்க நிலையில், புதிதாக உண்டான மகள் நூக்ளியஸ்களுக்கிடைப்பட்ட நடுப்பாகத்தில் கதிர்கோல் வடிவ அமைப்பு, செல்லின் பக்கவாட்டை நோக்கி விரிவடைந்து கொண்டு வந்து கடைசியில் பீப்பாய் போன்ற வடிவத்தை (**barrel shaped**) அடைகின்றது. இந்த பீப்பாய் போன்ற வடிவம் ஃபிராக்மோ பிளாஸ்ட் (**phragmoplast**) என்றழைக்கப்படுகின்றது (படங்கள் 3.7; 3.8). ஃபிராக்மோபிளாஸ்ட்டில் சில மாற்றங்கள் இரசாயன அடிப்படையில் ஏற்படுவதாகக் கருதப்படுகின்றது. சில சமயங்களில் கதிர்கோல் வடிவ அமைப்பு விரிவடைந்து, ஃபிராக்மோர்பிளாஸ்ட்டாக ஏற்பட்டுக்கொண்டு வரும்பொழுது, நுண்துளிகள் பல அதன் மத்திய பாகத்தில் தோன்றி பிறகு, ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் அவைகள் படிப்படியாக ஒன்று சேர்ந்து இணைந்து செல் தட்டு (**cell plate**) ஃபிராக்மோபிளாஸ்ட்டினூடே உண்டாகின்றது (படம் 3.8). சில செல்களில், ஆரம்ப காலத்திலிருந்தே தொடர்ச்சியான மெல்லிய உறை போன்று ஒரு செல் தட்டு உண்டாவதும் உண்டு. இவ்வாறு செல் தட்டு பக்க உறைகளை நோக்கி ஏற்பட்டுக்கொண்டு வரும்பொழுது, ஃபிராக்மோபிளாஸ்ட்கள் மத்திய பாகத்தில் விரிவடைவது நின்றும் படிப்படியாக மறைந்து கொண்டும் வருகின்றன. இந்த வகையில் சைட்டோபிளாஸம் செல் தட்டு உண்டாவதின் மூலம் இருகூறுகளாக ஆக்கப்படுகின்றது.

மேலே விவரித்தபடி செல் தட்டு உண்டான பிறகு அதில் பல வகையான மாற்றங்கள் வேதியியல், பௌதிக இயல் அடிப்படையில் ஏற்படுகின்றன. முதன் முதலாகத் தோன்றிய இந்த செல் தட்டிற்கு இரு பக்கங்களிலும், பிரைமரி செல்லுறைகளைப் பொருத்து மேற் கூறப்பட்ட செல் தட்டு, நடுஅடுக்கு அல்லது செல்லிடைப்பட்ட அடுக்காக (**middle lamella or intercellular layer**) அமைந்து விடுகின்றது.

**மெயோஸிஸ் (Meiosis)**: ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களில் பாலினப் பெருக்கம் (**sexual reproduction**) ஏற்படுவது ஒரு சாதாரண

நிகழ்ச்சியாகும். பாலினப் பெருக்கத்தில் இரு வகையான பாலின செல்கள் (**sexualcells**) பங்கு பெறுகின்றன, இந்த பாலின செல்களுக்கு கேமீட்கள் (**gametes**) என்று பெயர். கேமீட்களின் பாலினத் தன்மையைப் பொருத்து, அவைகள் முறையே ஆண்பால் கேமீட் (**male gamete**) என்றும், பெண்பால் கேமீட் (**female gamete**) என்றும் இருவகைப்படும். ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களை பொருத்தமட்டில், ஆண்பால் கேமீட்கள் மகரந்த தாய் செல்களிலும் (**pollen mother cells**), பெண்பால் கேமீட்கள் மெகாஸ்போர் தாய் செல்களிலும் (**megaspore mother cells**) உண்டாகின்றன. மேற்கொண்டு இவைகளைக் குறித்து பின் அத்தியாயத்தில் தெரிந்து கொள்ளவும். இந்த இருவகையான கேமீட்களின் நூக்ளியஸ்கள் ஒன்றுடன் மற்ருென்று கருவுறுதல் நிகழ்ச்சியின் மூலம் இரண்டறக் கலந்து, ஸைகோட் (**zygote**) என்ற செல் உண்டாகின்றது. இதுதான் புதிதாக உண்டாகக்கூடிய செடியின் அடிப்படையான முதல் செல்லாகும். இருவகையான கேமீட்களின் நூக்ளியஸ்கள் ஒவ்வொன்றும் செடியின் மற்ற செல்களில் காணப்படுகின்ற குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கையைப் பெற்று [டிப்லாய்ட் எண்ணிக்கை (**diploid number**)] பிறகு அவைகளுக்கிடையே கருவுறுதல் ஏற்பட்டால், இப்பொழுதும் இதையடுத்தடுத்து உண்டாகின்ற மற்ற சந்ததிகளிலும், குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கை இரட்டிப்படைந்து கொண்டு வருகின்ற நிலை ஏற்படுகின்றது. ஆகையினுல் ஒவ்வொரு செடியைப் பொருத்த மட்டில் குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கை இரட்டிப்படைதலேயும் அதனுல் அவைகளின் எண்ணிக்கை பெருகிக் கொண்டு போவதைத் தவிர்ப்பதற்கும், முந்திய நிலையிலிருந்த ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையை நிலையாகப் பெற்றிருப்பதற்கும், ஒரு தனிப்பட்ட நிகழ்ச்சி, பாலின உறுப்புகளில் பாலின செல்கள் உண்டாகும்போது நிகழ்கின்றது. இந்த நிகழ்ச்சிக்கு மெயோஸிஸ் (**Meiosis**) என்று பெயர். இதில் இருவகையான பிரிதல்கள் அடங்கியிருக்கின்றன. ஒரு வகைப் பிரிதலினுல், பாலின செல்கள் உண்டாகின்றன. இவைகள் உண்டாகும்பொழுது, குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கை, செடியின் ஏனைய செல்களிலிருக்கின்ற டிப்லாய்ட் எண்ணிக்கையைவிட, பாதியாகக் குறைக்கப்படுகின்றது. இரண்டாவது பிரிதல் மேலே விவரிக்கப்பட்ட மைட்டோஸிஸ் வகையினதாகும். இவ்வாறு இரு பிரிதல்கள் அடங்கியிருந்தாலும், முதலில் ஏற்படுகின்ற பிரிதலின் மூலம்தான் குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கை குறைக்கப்படுகின்றது. ஆனுல் மெயோஸிஸ் முடிவுபெற்ற பிறகு நான்கு செல்கள் உண்டாகின்றன. இப்பொழுது, மெயோஸிஸில் அடங்கியிருக்கின்ற வெவ்வேறு நிலைகளைப் பொருத்து ஏற்படுகின்ற

பலவகையான நிகழ்ச்சிகளை மகரந்த தாய் செல்களை உதாரணமாக எடுத்துக்கொண்டு இங்கு ஆராய்வோம்.

மெயோஸிஸில் குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கைக் குறைவு ஏற்படுகின்ற முதல் பிரிதலிலும் இதையடுத்து ஏற்படுகின்ற இரண்டாவது பிரிதலிலும் மைட்டோஸிஸில் விவரிக்கப்பட்ட அதே மாதிரியான நான்கு நிலைகள் அடங்கியிருக்கின்றன (புரோஃபேஸ்; மெட்டாஃபேஸ்; அனஃபேஸ்; டிலோஃபேஸ்). ஆதலால் முதல் பிரிதலில் ஏற்படுகின்ற நான்கு நிலைகளை முதல் புரோஃபேஸ், முதல் மெட்டாஃபேஸ், முதல் அனஃபேஸ், முதல் டிலோஃபேஸ் என்றும், இரண்டாவது பிரிதலில் ஏற்படுகின்ற நான்கு நிலைகளை இரண்டாவது புரோஃபேஸ், இரண்டாவது மெட்டாஃபேஸ், இரண்டாவது அனஃபேஸ், இரண்டாவது டிலோஃபேஸ் என்றும் கொள்ள வேண்டும். இவைகளில் புரோஃபேஸ் என்ற நிலை சம்பந்தப்பட்ட காலம், மற்ற நிலைகளில் இருப்பதைவிட அதிகமாக இருப்பதாலும் விரிவாக காணப்படுவதாலும், இந்த புரோஃபேஸை நான்கு உட்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன : (அ) லெப்டோடீன் (**leptotene**) (ஆ) ஸைகோடீன் (**zygotene**) (இ) பாக்கிடீன் (**pachytene**) (ஈ) டிப்லோடீன் (**diplotene**) (உ) டயாகினிஸிஸ் (**diakinesis**).

மைட்டோஸிஸ் பற்றி படித்தபோது கூறியபடி மெயோஸிஸும், பெரிய குரோமோஸோம்களையும், குறைந்த எண்ணிக்கையுள்ள ஆறு குரோமோஸோம்களையும் உடைய செல்லின் மூலம் விளக்கப்பட்டிருக்கிறது.

## 1. முதல் புரோஃபேஸ் (First Prophase) (அ) லெப்டோடீன் (**Leptotene**)

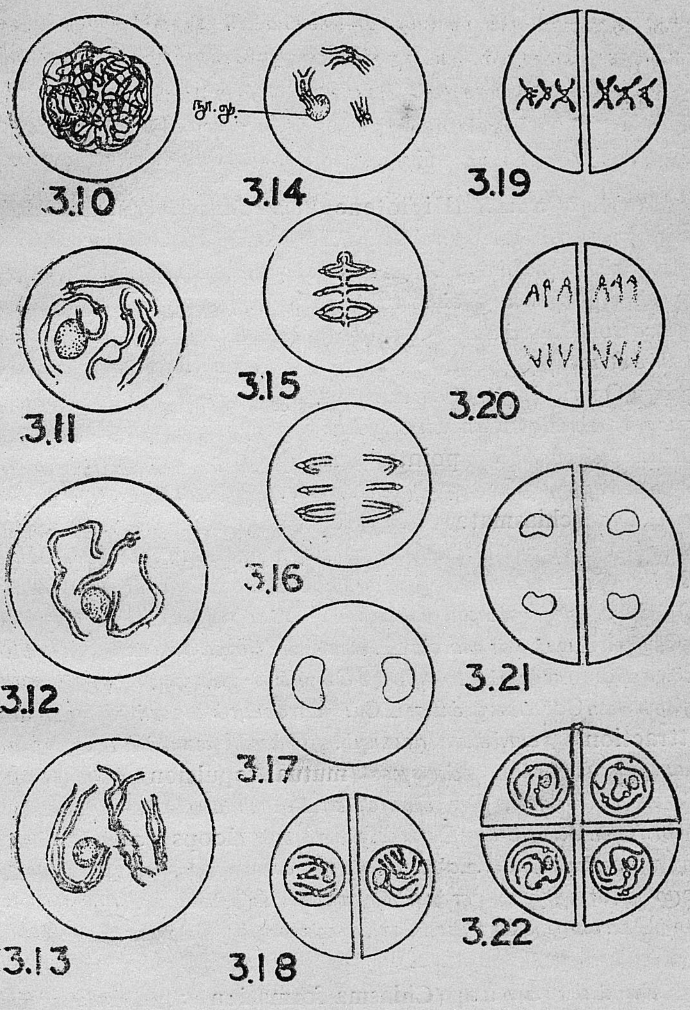
இந்த நிலையில், நூக்ளியஸ், இழையொத்த மெல்லிய குரோமோஸோம்களைப் பெற்றும், நீண்டதாகவும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றை பிரித்தறியமுடியாத நிலையிலும் பெற்றிருக்கின்றது. (படம் 3.10). இந்த நிலை, மைட்டோஸிஸில் அடங்கியிருக்கின்ற புரோஃபேஸை ஒத்திருந்தாலும், இந்த இரு நிலைகளையும் ஒப்பிட்டுக் கூர்ந்து கவனிக்கும்பொழுது, அவைகளுக்கிடையே முக்கியமான இரு வேற்றுமைகளிருப்பதைப் பார்க்கலாம். முதலாவதாக, லெப்டோடீன் நிலையிலுள்ள குரோமோஸோம்கள் நீளப்போக்கில் பிரிவுறாத தனிப்பட்ட இழைகளாகக் காணப்படுகின்றன. ஆனால், மைட்டோஸிஸ் புரோஃபேஸில் காணப்படுகின்ற குரோமோஸோம்கள் நீளப் போக்கில் பிரிந்து ஒவ்வொன்றும் இரு குரோமாட்டிட்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. இரண்டாவதாக லெப்டோடீன் குரோமோஸோம்

களின் அமைப்பு நன்ருக வரையறுக்கப்பட்டு இருக்கின்றது. அவை களில் ஒவ்வொன்றும், அடர்த்தியான நுண்மணிகளைப் (**granules**) பெற்று, அது மணிச்சரம் போன்ற தோற்றத்துடன் காணப்படு கின்றது. இந்த நுண்மணிகளுக்கு குரோமோமியர்கள் (**chromomeres**) என்று பெயர். இந்த குரோமோமியர்கள் ஒரு ஒழுங்கற்ற முறையில் குரோமோஸோம் நீளம் முழுவதும் பரவியமைந்திருக் கின்றன.

லெப்டோடீன் நிலையிலும் புரோஃபேஸ் முழுவதும், குரோமோ ஸோம்கள் நூக்ளியஸ் மெம்பரேனினுல் சூழப்பட்டிருக்கின்றன. மேலும் நூக்ளியோலுஸ்களும் இந்த நிலையில் தெளிவாகக் காணப் படுகின்றன. குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கை செடியின் மற்ற ஸெல்களில் இருக்கின்ற எண்ணிக்கையை (அதாவது டிப்லாய்ட் எண்ணிக்கை) பெற்றிருக்கின்றன. இந்த டிப்லாய்ட் எண்ணிக் கையை ஆராய்ந்து பார்த்தால், அதில் ஒத்திசைவான இரு கூறுகள் (**homologous sets**) அடங்கியிருப்பதைப் பார்க்கமுடியும். இந்த கூறுகளில் ஒரு கூறு ஆண்பால் செடி அல்லது உறுப்புகளில் இருந்தும் மற்ருென்று பெண்பால் செடி அல்லது உறுப்புகளிலிருந்தும் வந்தவை களாகும்.

**(ஆ) ஸைகோடீன்** (**Zygotene**) : மேற்கூறப்பட்ட ஒத்திசை வான குரோமோஸோம் இரு கூறுகளில் ஒரு கூறு ஆண்பாலினத் தினுடையதும், மற்ருென்று பெண் பாலினத்தினுடையதுமாகும். ஒரு பாலினத்தினுடைய ஒவ்வொரு குரோமோஸோமும், மற்ருெரு பாலினத்தினுடைய குரோமோஸோமின் இயல்புகளை ஒத்திருக் கின்றது. இதுவரையிலும் தனிப்பட்டிருந்த குரோமோஸோம் கூறுகள் இவைகளுக்கிடையே இருப்பதாகக் கூறப்படுகின்ற கவர்தல் சக்தியின் மூலம் ஒன்ருகக் கூடுகின்றன. பிறகு இரு கூறுகளி லிருந்தும் ஒத்த இயல்புகளுடைய இரு குரோமோஸோம்கள் ஒன்றன் பக்கத்தில் ஒன்ருக வந்து அமைந்து அவைகளுக்கு இடையே **இணைப்பு** (**pairing**) ஏற்படுகின்றது. ஆரம்பத்தில் இணைப்பு ஒன்று அல்லது ஒரு சில கேந்திரங்களில் மட்டும் ஏற்பட்டு, பிறகு படிப்படி யாக குரோமோஸோம்களின் முழு நீளத்திலும் இணைப்பு "ஸிப்பர் போன்ற முறையில்" (**"zipper-like fashion"**) ஏற்படுகின்றது. மேலும் இணைப்பு ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்பொழுது, குரோமோ ஸோம்கள் குட்டையாகவும், தடிப்புற்றதாகவும் மாறுகின்றன. இணைப்புறுகின்ற ஒவ்வொரு ஜதையும் பைவாலண்ட் (**bivalent**) என்றழைக்கப்படுகின்றது (படங்கள் 3.11;3.12).

**(இ) பாக்கிடீன் (Pachytene)** : ஸைகோடீன் நிலையில் குரோமோ ஸோம்களின் நீளமும், தடிப்புத் தன்மையும் ஏற்பட்டதற்கு




படம் 5.

படங்கள் 3:10—3.22. மெயோஸிஸ் செல் பிரிதலில் வெவ்வேறு நிலைகள்.

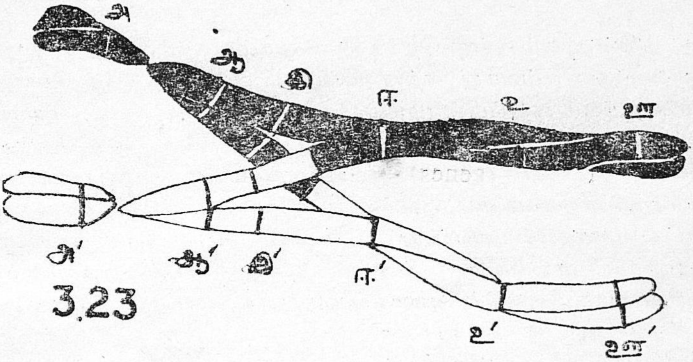
விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

3.10 லெப்டோடீன்; 3.11 ஸைகோடீன்; 3.12 பாக்கிடீன்; 3.13 டிப்லோடீன்; 3.14 டாயாகினிஸிஸ்; 3.15 மெட்டாஃபேஸ் I 3.16 அனுஃபேஸ் I; 3.17 டிலோஃபேஸ் I 3:18 புரோஃபேஸ் II; 3.19 மெட்டாஃபேஸ் II; 3.20 அனுஃபேஸ் II; 3.21 டிலோஃபேஸ் II ;3.22 டெட்ரட்.

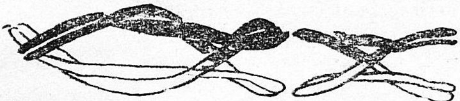
மேலாக, மீண்டும் அவை குட்டையாகவும், தடிப்பாகவும் மாறுகின்றன. ஒவ்வொரு பைவாலண்டில் காணப்படுகின்ற ஜதையுற்ற குரோமோஸோம்கள் நெருக்கமாக இணைந்து இந்த நிலை மேற்கொண்டு தொடரும்பொழுது, அவை ஒன்றுடனொன்று முறுக்கிக் கொள்கின்றன (படம் 3.13).

(ஈ) டிப்லோடீன் (**Diplotene**) : பாக்கிடீனில் ஏற்பட்ட மாற்றங்கள் எல்லாம் மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்க்கக் கூடியவைகளாகும். இவைகளைத் தவிர்த்து வேறு சில கண்ணுக்குப் புலப்படாத மாற்றங்களும் இந்நிலையிலுண்டாகின்றன. அதாவது, ஒத்திசைவான குரோமோஸோம்களின் ஜதைகளுக்கிடையே ஏற்பட்ட பரஸ்பர கவர்ச்சி மறைந்து விடுவதாகும். இதனால் அவைகள் ஒன்றோடு ஒன்று தொடர்பற்று போகின்றன. இருந்த போதிலும், ஒவ்வொரு பைவாலண்டிலும் காணப்படுகின்ற ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட புள்ளிகளில் (**points**) மட்டும் குரோமோஸோம் ஜதைகள் தொடர்புற்று நிலைத்து இருக்கின்றன. இந்த பகுதிகளுக்கு கியாஸ்மாட்டா (**chiasmata**) என்று பெயர் (படம் 3.14). இப்பொழுது பைவாலண்டிலுள்ள ஒவ்வொரு குரோமோஸோமும் நீளப்போக்கில் பிரிந்து இரட்டிப்பாகி, இரு குரோமோட்டிட்களைப் பெறுகின்றது. இதனால், ஒரு பைவாலண்டைப் பொருத்தமட்டில், இரு ஜதை குரோமாட்டிட்கள் உண்டாகின்றன. ஸைகோடீன், பாக்கிடீன் நிலைகளில் ஏற்பட்ட நிகழ்ச்சிகளில் ஒன்றாக, ஒத்திசைவான குரோமோஸோம்களுக்கிடையே பரஸ்பரக் கவர்ச்சியை (**mutual attraction**) பார்க்க முடியும். இந்தக் கவர்ச்சி மறைந்து, இப்பொழுது பரஸ்பர தள்ளுதல் (**mutual repulsion**) ஏற்படுகின்றது. இதன் விளைவாக, இரு கியாஸ்மாட்டாப் பகுதிகளுக்கிடைப்பட்ட குரோமோஸோம் பகுதிகளில் வளைவுகள் (**loops**) உண்டாகின்றன. இந்த வகைகளில் உண்டாகின்ற வளைவுகள், பைவாலண்ட்டின் முழு நீளத்திலும் ஏற்பட்டு காணப்படுகின்றன. இதையடுத்து, மேற்கொண்டு குரோமோஸோம்கள் சுருங்குகின்றன.

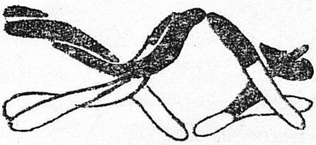
**கியாஸ்மா அமைவு** (**Chiasma formation**) : ஒவ்வொரு கியாஸ்மாவையும் உற்று கவனிக்கும்பொழுது, அந்த பகுதிகளில், குரோமோட்டிட்களின் பகுதிகள் பரிமாற்றம் ஏற்பட்டிருப்பதைக் குறிப்பதற்குரியத்தக்க கியாஸ்மா உருவமைவை சான்றாகக் கூறலாம். இந்த பரிமாற்றம், பைவாலண்ட்டில் அமைந்துள்ள ஆண்பாலினத்து குரோமோஸோம்களுக்கும், பெண்பாலினத்து குரோமோஸோம்களுக்குமிடையே ஏற்படுகின்றது. இந்த வகை பரிமாற்றத்தை குறுக்கில் தாண்டுதல் (**crossing over**) என்றுஅழைக்கிறார்கள் (படங்கள் 3.23-3.26). இந்த முக்கியமான நிகழ்ச்சியைப்



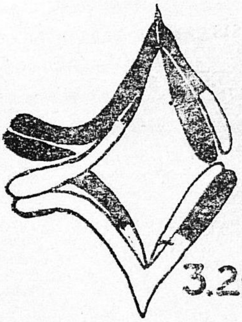

3.23



3.24



3.25



3.26

படம் 6.

படம் 3.23 டிப்லோடீன் நிலையிலுள்ள பைவாலண்ட். சில ஜீன்கள் எழுத்துகளால் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. பெண்பாலின் குரோமோஸோமின் (**maternal chromosome**) ஒரு குரோமாட்டிட்டிற்கும் (வெண்மை) ஆண்பாலின் குரோமோஸோமின் (**paternal chromosome**) ஒரு குரோமாட்டிட்டிற்கும் (கறுமை) இடையே குறுக்கே தாண்டுதல் ஏற்பட்டிருக்கிறது.

படங்கள் 3.24—3.26. டிப்லோடீன் நிலையிலிருந்து முதல் மெட்டாஃபேஸ் நிலைவரை பைவாலண்டில் ஏற்படும் படிப்படியான மாற்றங்கள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படத்தின் மூலம் நன்கு தெரிந்து கொள்ளலாம். இந்த குறுக்கில் தாண்டுதல் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றது என்பதை கீழே கொடுக்கப் பட்டிருக்கும் குறிப்பின் மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம். கியாஸ்மா சம்பந்தப்பட்ட ஒரு குரோமாட்டிட்டில் கீழே கொடுத்திருப்பது போல் ஜீன்கள் (**genes**) (உயிரினங்களின் இயல்புகளை உண் டாக்குகின்றவைகளும், ஒவ்வொரு குரோமோஸோமிலும் ஒரு குறிப் பிட்ட முறையில் அமைந்தும், செயல்பட்டும், குரோமோஸோமின் ஆதார மூலங்கள் என்றும் கருதப்படுகின்றவைகளாகும்) வரிசையாக நீளத்தில் அமைந்திருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம்.

அ ஆ இ ஈ உ ஊ

இதுபோல், இந்த குரோமாட்டிட்டை ஒத்த மற்றெரு குரோமாட் டிட்டில் கீழே காணுகின்ற முறையில் இணையாகவும் நிகராகவும் அமைந்திருக்கின்றன என்று வைத்துக் கொள்வோம்.

அ' ஆ' இ' ஈ' உ' ஊ'

இப்பொழுது இந்த ஒத்த இரு குரோமாட்டிட்களில் குறிப்பாக இ, ஈ என்ற ஜீன்களுக்கும், இ.' ஈ' என்றவைகளுக்கும் இடையே கியாஸ்மா ஏற்பட்டால், ஜீன்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்ட வகையில் இடத்தை மாற்றிக் கொள்கின்றன. ஒரு குரோமாட்டிட்டில்,

அ ஆ இ ஈ' உ' ஊ' ஆகவும், மற்ருென்றில்,

அ' ஆ' இ' ஈ உ ஊ ஆகவும் மாறி அமைகின்றன. இந்த வகையில் ஏற்படுகின்ற நிகழ்ச்சிகளின் இன்றியமையாத தன்மை யைக் குறித்து பாரம்பரிய இயலில் விரிவாகத் தெரிந்து கொள்ள லாம். (படங்கள் *3.23-3.26*).

(உ) டயாகினிஸிஸ் (**Diakinesis**) : இந்த நிலையில், பைவாலண்ட் கள் மேற்கொண்டு சுருங்கி, உச்சநிலையை அடைகின்றன (படம்*3.15*). சுருங்குதல் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்பொழுது கியாஸ்மாட்டாவைப் பொருத்து அடுத்தடுத்து ஏற்பட்டுள்ள வளைவுகள் ஒன்றுக்கொன்று நேர்கோணப் போக்கில் வந்தமை கின்றன. இந்த நிலையில் பைவாலண்ட்களைப் பார்க்கும்பொழுது அவை ஒரு சங்கிலியில் உள்ள வளையங்கள் போன்று காணப் படும் (படம்*3.15*). நூக்ளியோலுஸ்களும், நூக்ளியஸ் மெம்ப ரேனும் மறைந்து இந்த நிலையின் இறுதிக் கட்டத்தைக் குறிக்கின் றன. இத்துடன் மெயோஸிஸின் புரோஃபேஸ் நிலையும் முடிவடை கின்றது.

(2) முதல் மெட்டாஃபேஸ் (**First Metaphase**) : இந்த நிலை தொடக்கத்தில் கதிர்கோல் வடிவமைப்பு உண்டாகி, பைவாலண்ட்கள் படிப்படியாக நடுமையப் பகுதியை நோக்கி நகர்

கின்றன. ஏற்கனவே கூறியபடி ஒவ்வொரு பைவாலண்டில் இரு குரோமோஸோம்களும், ஒவ்வொரு குரோமோஸோமிற்கும் ஒரு ஸெண்ட்ரோமியராக (**centromere**), இரு ஸெண்ட்ரோமியர்கள் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பைவாலண்ட்டின் இரு ஸெண்ட்ரோமியர்களில், நடுமையப் பாகத்தைப் பொருத்து ஒன்று அதற்குப் பக்கத்திலும் மற்றொன்று மறு பக்கத்திலும் அமைந்திருக்கக்கூடிய அளவிற்கு பைவாலண்ட்கள் கதிர்கோல் வடிவ அமைப்புடன் இணைந்திருக்கின்றன.

(3) முதல் அனஃபேஸ் (**First Anaphase**) : இது வரையிலும் பிரிவடையாத ஒவ்வொரு பைவாலண்ட்டின் இரு ஸெண்ட்ரோமியர்கள், ஒன்றை விட்டு ஒன்று பிரிந்து, எதிர் துருவங்களை நோக்கி நகர்கின்றன. அதே சமயத்தில், குரோமாட்டிட்கள் படிப்படியாகத் தளர்ச்சியடைந்து, கியாஸ்மாட்டாவும் தனிப்பட்டுப் பிரிவுறுகின்றன (படம் *3.16*). ஸெண்ட்ரோமியர்கள் துருவங்களை நோக்கி நகர்ந்து கொண்டிருக்கும்பொழுது, அவைகள் இரண்டாகப் பிரிவுற்ற அரை பைவாலண்ட்களை (**half bivalents**) கூடவே இழுத்துச் செல்கின்றன. கடைசியாக அரை பைவாலண்ட்கள் துருவங்களைச் சென்றடைகின்றன (படம் *3.16*).

(4) முதல் டிலோஃபேஸ் (**First Telophase**) : இப்பொழுது குரோமோஸோம்கள் சுருள்கள் அற்றுப் போகின்றன. ஒவ்வொரு துருவத்திலமைந்திருக்கின்ற குரோமோஸோம்கள் ஒன்றுசேர்ந்து ஒரு நூக்ளியஸாகவும், இதுபோல் மற்றொரு துருவத்தில் மற்றொரு நூக்ளியஸாகவும் உண்டாகின்றன. இந்த இரு நூக்ளியஸ்களும், நடுமையத்திலுண்டாகின்ற ஸெல் லுறைகளினல் பிரிக்கப்படுகின்றன (படம் *3.17*). இப்பொழுது இந்த இரு நூக்ளியஸ்களையும் சேர்த்து டயட் (**dyad**) என்று கூறப்படுகின்றது.

இவ்வாறு முதல் பிரிதலினல் ஏற்பட்ட மாறுதல்களினல் ஒவ்வொரு நூக்ளியஸிலுள்ள குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கை, மகரந்தத் தாய் ஸெல்களின் நூக்ளியஸில் இருக்கின்ற எண்ணிக்கையில் பாதியாகக் குறைக்கப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம். அதாவது ஒவ்வொரு நூக்ளியஸும் ஹேப்லாய்ட் எண்ணிக்கையைப் (மகரந்தத்தாய் ஸெல்கள் டிப்லாய்ட் எண்ணிக்கையைப் பெற்றிருப்பவைகள்) பெறுகின்றது.

மேற்கூறப்பட்ட எல்லா நிலைகளும், நிகழ்ச்சிகளும் முடிவுற்ற பிறகு, இரு நூக்ளியஸ்களும் இடைநிலையை அடைகின்றன. இந்த இடைநிலையிலிருக்கக்கூடிய காலம் இனங்களைப் பொருத்து வேறு

படுகின்றது. மைட்டோஸிஸிற்குப் பிறகு உண்டான இடைநிலை நூக்ளியஸுக்கும், மெயோஸிஸ் முதல் பிரிதலேற்பட்ட பிறகு உண்டான இடைநிலை நூக்ளியஸுக்கும், ஒரு முக்கிய வேறுபாடு இருக்கின்றது. அதாவது முன்னதில், குரோமோஸோம் ஒவ்வொன்றும் ஒரு தனிப்பட்ட ஒற்றைப்படை இழையாகவும் பின்னதில், ஒவ்வொன்றும் இரட்டைப்படை இழைகளாகவும் காணப்படுகின்றன.

(1) **இரண்டாவது புரோஃபேஸ் (Second Prophase)** : முதல் டிலோஃபேஸில் குரோமோஸோம்கள் சுருள்களற்றுப் போகின்ற நிலையைப் பெற்றும் மெயோஸிஸ் இடைநிலையில், குரோமோஸோம்களை பிரித்தறிய முடியாத நிலையையும் பெற்றிருக்கின்ற உயிரினங்களில் இரண்டாவது புரோஃபேஸ் தொடங்கும் பொழுது குரோமோஸோம்களாகத் தோற்றமளிக்கின்றன (படம் 3.18). இந்த புரோஃபேஸ் நிலை தொடர்ந்து ஏற்பட்டுக்கொண்டிருக்கும்பொழுது, குரோமோஸோம்கள் சுருக்கத்தையும், தடிப்புத் தன்மையையும் அடைகின்றன. இதன் விளைவாக தெளிவாகவும், பிரிவுறாத செண்ட்ரோமியர்களினால் கட்டுப்பட்ட ஜதைகளுற்ற இழைகளாகவும் காணப்படுகின்றன.

(2) **இரண்டாவது மெட்டாஃபேஸ் (Second Metaphase)** : இரண்டாவது புரோஃபேஸ் முடிவடைந்த பிறகும் இரண்டாவது மெட்டாஃபேஸின் தொடக்கத்தில், கதிர்கோல் வடிவ அமைப்பு, டயட்டின் (**dyad**) ஒவ்வொரு செல்லிலும் தோன்றுகின்றது. ஆனால் இந்த கதிர்கோல் வடிவத்தின் போக்கும் அமைவும் (**orientation**) தாவரங்களின் வெவ்வேறு பிரிவுகளைப் பொருத்து, குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு மாறுபடுகின்றன (படம் 3.19). எப்படியிருந்த பொழுதிலும், மைட்டோஸிஸில் ஏற்பட்டதுபோல் குரோமோஸோம்கள் கதிர்கோல் வடிவ அமைப்பின் நடுமையத்தில் அமைகின்றன.

(3) **இரண்டாவது அனாஃபேஸ் (Second Anaphase)** : இரண்டாவது அனாஃபேஸின் தொடக்க நிலையில் செண்ட்ரோமியர்கள் பிரிவுறுகின்றன. பிறகு மகள் குரோமோஸோம்கள் (**daughter chromosomes**) துருவங்களை நோக்கி நகர்கின்றன (படம் 3.20). இந்த நிலையில் டயட்டின் ஒவ்வொரு செல்லின் இரு துருவங்களில், குரோமோஸோம் தொகுப்புகள் ஏற்படுகின்றன. ஆக மொத்தத்தில் நான்கு குரோமோஸோம் தொகுப்புகள் டயட்டில் (**dyad**) ஏற்படுகின்றன (படம் 3.20).

**(4) இரண்டாவது டிலோஃபேஸ் (Second Telophase) :** முந்திய நிலையில் நான்கு தொகுப்புகளாகக் காணப்பட்ட குரோமோ ஸோம்கள் ஒவ்வொன்றும் இப்பொழுது ஒரு நூக்ளிய ஸாக மாறுகின்றது. பிறகு இவை ஒவ்வொன்றும் மற்றொன்றி லிருந்து, புதிதாக ஏற்படுகின்ற செல்லுறைகளினால் பிரிக்கப்படு கின்றது (படம் 3.21). இவ்வாறு உண்டான ஒவ்வொரு செல்லும், மகரந்தத் தூளாகிறது (**pollen grains**). நான்கு செல்களையும் ஒன்று சேர்த்து டெட்ரட் (**tetrad**) என்று கூறப்படுகின்றது (படம் 3.22). இவை ஒவ்வொன்றிலும் இப்பொழுது ஹெப்லாய்ட் எண்ணிக்கையில் குரோமோஸோம்கள் உண்டாகியிருப்பதைக் காணலாம்.

ஆகவே மகரந்தத்தாய் செல்களின் மெயோஸிஸில் இருவகை யான பிரிதல்கள் அடங்கியிருப்பதும், அவைகளில் ஏற்படுகின்ற முதல் பிரிவின் விளைவாக டிப்லாய்ட் எண்ணிக்கையிலுள்ள குரோமோஸோம்கள் சரிபாதியாகக் குறைக்கப்பட்டு ஒவ்வொரு செல்லும் ஹெப்லாய்ட் எண்ணிக்கையைப் பெற்று டயட் என்று சொல்லப்படுகின்ற இரு செல்களினாலான தொகுப்பு உண்டா வதும், இந்த மாற்றங்களைத் தொடர்ந்து இரண்டாவது செல் பிரிதல் உண்டாகி, அதன் விளைவாக டெட்ரட் என்று சொல்லப் படுகின்ற நான்கு செல்கள் கூட்டாகத் தோன்றி அவைகளில் ஒவ்வொன்றும் ஹெப்லாய்ட் எண்ணிக்கையில் குரோமோஸோம் களைப் பெற்றிருப்பதும் போன்ற நிகழ்ச்சிகள் தெளிவாகத் தெரிகின்றன.

# 4. செல்லுறை (Cell Wall)

**முன்னுரை**

தாவர இனங்களின் செல்கள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவத்துடனும் வரையறையுடனும் இருப்பதற்கு முக்கிய காரணம் ஒவ்வொரு செல்லுக்கும் வெளிப்புறமாக ஏற்பட்டிருக்கின்ற உறை போன்ற ஒரு அமைப்பாகும். இந்த உறை போன்ற அமைப்பு, செல்லுறை (**cell wall**) என்று கூறப்படுகின்றது. தாவர செல்கள், செல்லுறையைப் பெற்றிருக்கின்ற தன்மை, அவைகளுக்கே உரித்தானதொரு சிறப்பியல்பாகும். இப்படிப் பட்ட செல்லுறைகள் பிராணிகளின் செல்களுக்குக் கிடையாது. அப்படி ஒரு உறை போன்ற அமைப்பு சில பிராணி வகைகளின் செல்களுக்கு ஏற்பட்டிருப்பதுமுண்டு. சிலவகைத் தாவர இன செல்களுக்கு, உதாரணமாக, ஆல்ஜி (**Algae**) ஃபுஞ்ஜி (**Fungi**) போன்றவைகளின் ஸூஸ்போர்களுக்கு (**zoospores**) செல்லுறை கிடையாது. இது போன்று, பால் இனப் பெருக்கம் ஏற்படுத்தக் கூடிய செல்களாகிய ஸ்பர்ம்கள் (**sperms**), கரு செல்கள் (**egg cells**) முதலியவைகளுக்கும் செல்லுறைகள் கிடையாது. இந்த சிறுபான்மையான உதாரணங்களைத் தவிர தாவர இனங்களின் எல்லா வகை செல் ஒவ்வொன்றிற்கும் செல்லுறை ஏற்பட்டிருப்பதைத் தெளிவாகக் காணலாம். இந்த வகையில் தாவர இனங்கள், பிராணி வகைகளின் செல்களிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டிருப்பதை அடிப்படை வேறுபாடாகக் கருதலாம். ஒரு செல் ஆக்குத் திசுவிலிருந்து உண்டான பிறகு பலவகை வளர்ச்சி மாற்றங்களில், செல்களின் செல்லுறைகளிலும் மாறுபாடுறுவது ஒன்றாகும். உதாரணமாக, செல்லுறை அதன் பரப்பைப் பொருத்தும் விரிவும், தடிப்புத்தன்மையைப் பொருத்தும் அதிகரிப்பும் ஏற்படுவதோடல்லாமல் வேறு பல வகையான மாற்றங்கள் அதாவது வேதியல் (**chemical**) பௌதீக இயல் (**physical**) வழிகளிலும் ஏற்படுகின்றன.

செல்லுறைகள் செல்கள் உயிருற்ற நிலைகளில் ஏற்பட்ட போதிலும் அது சைட்டோப்ளாஸம் சம்பந்தப்படாத ஒரு அங்கம்

அல்லது பகுதியாகக் கருதப்பட்டு வருகின்றது. ஏனென்றல் செல்லுறை நன்ருக வளர்ந்து, முதிர்ச்சியுற்ற பிறகு அதற்கும் ஏனைய செல்லுட் பொருள்களுக்கும் எந்த வகைத் தொடர்புமில்லாமலிருப்பது ஒரு காரணமாகக் கூறப்படுகின்றது. ஆனல் உயிருற்ற செல், முதிர்ச்சியடைந்த செல்லுறையில் பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா (**plasmodesmata**) எனப்படுகின்ற சைட்டோபிளாஸ்மிக் நுண் நுழைவுகள் ஊடுருவிச் செல்வதைப் பார்க்கலாம் (படம் 4.1). ஒரு செல்லுறை வளர்ந்து வரும்பொழுது அதற்கும் சைட்டோபிளாஸத்திற்குமிடையே உள்ள தொடர்பு, அது முதிர்ச்சியடைந்த பிறகு இருப்பதைவிட அதிக அளவில் நெருங்கியதாக இருக்கின்றதா என்பது இன்னும் தீராத பிரச்சினையாக இருக்கின்றது. சில ஆராய்ச்சியாளர்களின் முடிவுபடி, சைட்டோபிளாஸம், வளர்ந்து வருகின்ற செல்லுறையினூடே பரவுகின்றது என்று கருதப்பட்டாலும் எலக்ட்ரான் மைக்ரோஸ்கோப் (**electron microscope**) வாயிலாகக் காணுகையில் இவ்வகை நேரிடையான தொடர்பு இருப்பதற்கு ஆதாரம் இல்லை என்பது செல்லுறைக்கும் சைட்டோபிளாஸத்திற்குமிடையே காணப்படுகின்ற எக்டோபிளாஸ்ட் (**ectoplast**) அல்லது பிளாஸ்மோலெம்மா (**plasmolemma**) அல்லது பிளாஸ்மா மெம்பரேன் (**plasma membrane**) மூலம் தெரிய வருகின்றது. இந்த இடைப்பட்ட உறை சைட்டோபிளாஸத்தை செல்லுறையிலிருந்து பிரிக்கின்றது.

ஏற்கெனவே கூறியபடி, செல்லுறை செல்களுக்கு, குறிப்பிட்ட வடிவத்தைக் கொடுப்பதற்கும், திசுக்களினுடைய டெக்சரைக் (**texture**) குறிப்பிட்ட வகையினதாகச் செய்வதற்கும், செல்களுக்கு ஆதாரத்தையும் பாதுகாப்பையும் தருவதற்கும் உறிஞ்சுதல் (**absorption**), நீராவிப்போக்கு (**transpiration**), செலுத்துதல் (**translocation**), சுரத்தல் (**secretion**) போன்ற செயல்களைப் புரிவதற்கும் செல்லுறைகள் சாதகமாக இருக்கின்றன. இந்த வெவ்வேறு வகையான செயல்களைச் செய்வதைப் பொருத்து, செல்லுறைகளும் அவைகளுக்குத் தக்கவாறு வேறுபாடுற்று இருப்பதைப் பார்க்கலாம். மேலும் இந்த வகையில் பார்க்கப்போனல் எல்லாவகை செல்லுறைகளும் சில குறிப்பிட்ட பொதுவான செயல்களைச் செய்யக்கூடும் என்பதும், சில தனிப்பட்ட செயல்களைச் செய்ய அதற்கான முறையில் முற்போக்கு அடைந்த நிலையில்தான் செய்யக்கூடும் என்பதும் தெரிகின்றது.

வரலாற்று அடிப்படையில் புரோட்டோபிளாஸத்தைக் கண்டு பிடிப்பதற்கு முன்னதாகவே, செல்லுறை, தாவர இனங்களின் செல்களுக்கு இருக்கின்றன என்ற உண்மை கண்டு பிடிக்கப்

பட்டது. இதன் காரணமாக, செல்லின் உட்பொருள்களைவிட செல்லுறைகளைக் குறித்து அதிகக் கவனம் செலுத்தப்பட்டது, பிறகு இந்த நிலைமாறி புரோட்டோபிளாஸத்தைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளில் நிபுணர்கள் ஈடுபட்டார்கள். எப்படியிருந்த போதிலும் இந்த நூற்றுண்டின் கடந்த சில ஆண்டுகளிலும் நிகழ் காலத்திலும் செல்லுறையைக் குறித்து மீண்டும் ஆராய்ச்சிகள், எ.மை.(**E.M.**) உதவியைக்கொண்டு, பலவகையான நோக்குகளுடன் விரிவான முறையில் நடந்து கொண்டு வருகின்றன. தற்காலத்தில் நடத்தப்பட்டு வருகின்ற ஆராய்ச்சிகளின் வாயிலாக, பல புதிய உண்மைகள், செல்லுறையின் இயல்புகளைப் பற்றித் தெரிய வருகின்றன. இவ்வாராய்ச்சி மிகவும் விரிவான முறையில் நடை பெறுவதற்கு மற்ருெரு காரணமும் உண்டு. செல்லுறைகளிலிருக் கின்ற செல்லுலோஸ், அதனுடன் சம்பந்தப்பட்ட பொருள்கள் நவீன கால வர்த்தகத் துறையில் பல்வேறு வழிகளில் பயன்படுதலே இதன் காரணமாகும்.

செல்லுறைகளின் தடிப்புத்தன்மை செல்களின் வயதையும், வகைகளையும், அவை ஈடுபட்டிருக்கும் செயல்களையும் பொருத்து வேறுபடுகின்றன. சில வேளைகளில், இளம் செல்களாக இருக்கும் பொழுது அவற்றின் செல்லுறைகள் மெல்லியதாகவும், வயது ஆக, ஆக, அதாவது மேற்கொண்டு வளர்ச்சி ஏற்படும்பொழுது, தடிப்புத் தன்மையைப் பெற்றும் காணப்படும். வேறு சில சமயங்களில் செல்லுறைகள் எப்பொழுதும் அதாவது தொடக்கத்திலிருந்து இறுதி வரை அதே அளவு தடிப்புத் தன்மையைப் பெற்றும் இருப்ப துண்டு. செல்லுறைகள் தடிப்புற்றிருந்தாலும் மெலிந்திருந் தாலும் அவற்றின் வேதியல், பௌதீக இயல் அடிப்படையில் ஆராயும்பொழுது மிகவும் சிக்கலான அமைப்புகளையும் இயல்பு களையும் பெற்றிருப்பது தெரிய வருகிறது. செல்லுறைகளின் வளர்ச்சி, அமைப்பு முதலியவைகளைப் பொருத்து மூன்று முக்கிய பாகங்களைப் பார்க்க முடியும். அவைகள் முறையே, நடு அல்லது செல்லிடைப்பட்ட பகுதி, பிரைமரி செல்லுறைகள், ஸெகண்டரி செல்லுறைகள் என்பதாகும். சில செல்களில் ஸெகண்டரி செல் லுறைகள் ஏற்படாமல் போவதுண்டு. ஆனல் முதல் இரண்டு பாகங்களான நடு அல்லது செல்லிடைப்பட்ட பகுதியும் பிரைமரி செல்லுறைகளும் தனிப்பட்ட செல்களாக அல்லாது திரளாயிருக் கின்றபொழுது காணப்படும். முதலில் நடு அல்லது செல்லிடைப் பட்ட அடுக்கும் இதன் இரு பக்கங்களிலும் இரு செல்களின் பிரைமரி செல்லுறைகளும், இவற்றையடுத்து ஸெகண்டரி செல் லுறைகளும் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். எனவே இந்த ஸெகண்டரி செல்லுறைகள் செல் அறையை அடுத்து அமைந்

திருக்கின்றன. இவ்வகை அமைவு முறை வளர்ச்சியினடிப்படையில் ஒரு ஒழுங்கான முறையில் ஏற்படுகின்றது. வேறு வகையில் கூறினால், செல்லுறை வளர்ச்சி செல்லுக்கு வெளிப்புறத்திலிருந்து உட்புறமாக ஒரு குறிப்பிட்ட ஒழுங்கு முறையில் ஏற்படுகிறது எனலாம். இந்த வகை வளர்ச்சி முறை, குவி மையப் போக்கு வளர்ச்சி (**centrifugal growth**) எனப்படுகின்றது.

இப்பொழுது ஒன்றன் பின் ஒன்றாக செல்லுறைப் பாகங்களைப் பற்றித் தெரிந்துக் கொள்வோம்.

(1) நடு அல்லது செல்லிடைப்பட்ட அடுக்கு (**Middle or intercellular lamella**):- உயிருற்றோ அல்லது உயிரற்றோ இருக்கும் ஒவ்வொரு செல்லும் ஏற்கனவே கூறியபடி, தனிப்பட்ட செல்லுறையைக் கொண்டிருக்கின்றது. செல்கள் ஒன்று சேர்ந்திருக்கும் நிலைகளில், அதாவது திசுவாக இருக்கையில், அடுத்திருக்கும் இரண்டு செல்களின் செல்லுறைகளுக்கும் இடையே ஒரு பொதுவான அடுக்கு இருப்பதை, சாயப்படுத்திப் பார்த்தலாலும், வேதியல் பரிசோதனைகள் மூலமும், பிரிவுறுத்தும் முறையின் (**maceration**) வாயிலாகவும் அறிய முடியும். இந்த இடைப்பட்ட பொதுவான அடுக்கு நடு அல்லது செல்லிடைப்பட்ட அடுக்கு (**middle lamella or inter cellular lamella**) எனப்படுகிறது. இவ்வடுக்கு செல்லுலோஸ் கலவாத பெக்டிக் கூட்டுப்பொருளும் (**pectic compounds**) கால்சியமும் (**calcium**) கலந்து ஏற்படுவதாகும். மேலும் இந்த அடுக்கு அருபமானதும் (**amorphous**) போலரைஸ்ட் (**polarized**) ஒளித்தன்மையில் செயலற்ற (**opticallyi nert**) அல்லது ஐஸோட்ரோபிக் (**isotropic**) இயல்பையுடையதுமாகும். ஆதலால் இந்த பொதுவான இடைப்பட்டப்பகுதியை எளிதில் பார்க்க முடிவதில்லை. இந்த அடுக்கு இரு செல்களேயும் சேர்த்து, பிணைத்து வைக்கக்கூடிய இயல்பைப் பெற்றிருக்கிறது. கடினத் திசுக்களின் (**woody tissues**) இரு செல்களுக்கிடையே இருக்கின்ற இந்த செல்லிடைப்பட்ட அடுக்கு மேற்கூறிய பொருள்களுடன் லிக்னின் (**lignin**) என்ற பொருளையும் கொண்டிருக்கும். டிரக்கீட்கள் (**tracheids**) நார் செல்கள் (**fibers**) முதலிய செகண்டரி செல்லுறைகளைக் குறிப்பிடத் தக்க அளவிற்குக் கொண்டிருக்கும் செல்களின் இடையில் இந்த அடுக்கு மிகவும் மெல்லியதாக அல்லது நுட்பமாக (**delicate**) மாறியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இதன் காரணமாக அடுத்தடுத்திருக்கின்ற இரு செல்களின் பிரைமரி உறைகளும் அவைகளுக்கிடையே இருக்கின்ற இந்த செல்லிடைப்பட்ட அடுக்கும் ஒன்று சேர்ந்து ஒருமமாகக் (**unit**) காணப்படுகின்றக் கூட்டு அமைப்பை நடு அல்லது செல்லிடைப்பட்ட அடுக்கு (**middle or intercellular**

lamella) என்று சிலர் அழைக்கின்றனர். ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகளைப் பெற்ற இரண்டு ஸெல்கள் அடுத்திருக்கும்பொழுது நிலைமை மேலும் சிக்கலானதாகி விடுகிறது. உதாரணமாக, அவைகளின் ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகள் பிரைமரி ஸெல்லுறைகளினின்று பிரித்தறிய முடியாத நிலையிலிருக்கும்பொழுது நடு அல்லது ஸெல்லிடைப்பட்ட அடுக்கு என்ற சொல்லை இந்த ஐந்து அடுக்குறைகளைக் (ஸெகண்டரி ஸெல்லுறை + பிரைமரி ஸெல்லுறை + நடு அல்லது ஸெல்லிடைப்பட்ட அடுக்கு + பிரைமரி ஸெல்லுறை + ஸெகண்டரி ஸெல்லுறை) கொண்ட கூட்டமைப்பிற்கும் பொருந்துவதாக வேறு சிலரால் கூறப்படுகின்றது. முதலாவதாக சொன்ன நிலையில் நடு அல்லது ஸெல்லிடைப்பட்ட அடுக்கு மூன்று அடுக்குறைகளைப் பெற்றும் (அதாவது பிரைமரி ஸெல்லுறை + நடு அல்லது ஸெல்லிடைப்பட்ட அடுக்கு + பிரைமரி ஸெல்லுறை) இரண்டாவதாகக் கூறப்பட்ட நிலையில் ஐந்து அடுக்குறைகளையும் பெற்றிருக்கின்றது. இந்த சிக்கலான அமைப்பு முறை ஏற்படுவதற்குக் காரணம், நடு அல்லது ஸெல்லிடைப்பட்ட அடுக்கு சரிவரத் தெரியாமல் போதலும் லிக்னின் என்ற பொருளின் கலப்பினாலும், பிரைமரி ஸெல்லுறைக்கும் ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைக்கும் வேறுபாடற்ற நிலை ஏற்படுவதினாலும் ஆகும். இந்த நிலையைச் சரிப்படுத்துவதற்கு. இந்தக் கூட்டமைப்பு, கூட்டு நடு அடுக்கு (compound middle lamella) என்று பெயரிட்டழைக்கப்படுகின்றது. அவ்வாறு குறிப்பிட்டாலும் இந்தக்கூட்டு நடு அடுக்கு சில வேளைகளில் 3 அடுக்கு அமைப்பையும் (படம் 4.7) (3-ply structure), வேறு சில சமயங்களில் 5 அடுக்கு அமைப்பையும் (5-ply structure) குறிப்பதாகக் கொள்ளவேண்டும் (படங்கள் 4.2;4.4.). இத்தகைய நிலையில்; ஒரு உண்மையான நடு அல்லது ஸெல்லிடைப்பட்ட அடுக்கு என்பது, இரு ஸெல்கள் அடுத்தடுத்து இருக்கும்பொழுது அவைகளுக்கிடையே அமைந்திருக்கின்ற பகுதியை மட்டும்தான் குறிப்பதாகக் கொள்ளவேண்டும். ஆனால் மேற்சொன்ன வகைகளில் மாறுபாடடைந்த நிலைகளில் கூட்டு நடு அமைப்பு (compound middle lamella) என்று கூறிவிடுவது சாலச் சிறந்ததாகும்

இந்த நடு அல்லது ஸெல்லிடைப்பட்ட அடுக்கு, சாயப்படுத்துவதின் மூலம் மற்றைய ஸெல்லுறைகளிலிருந்து பிரித்துக் காட்ட முடியும். பிரிவுறுத்தல் முறை (maceration method) யின் இரசாயனப்பொருள்களால், உதாரணமாக ஜெஃப்ரீஸ் ரியேஜண்ட் (Jeffrey's reagent) இந்த அடுக்கைக் கரைத்துவிட முடியும். இந்த வகையில் இது கரைக்கப்பட்டு விடுவதினாலும் இணைந்திருக்கும் ஸெல்கள் தனிப்பட்டு விடுவதினாலும் இந்த அடுக்கின் முக்கியத்துவத்தைக் குறித்தும் அது உண்டாகின்ற நிலைமையைக் குறித்தும் அறிந்து கொள்ள முடிகின்றது.

(2) **பிரைமரி செல்லுறை (Primary cell wall)**: பிரைமரி செல்லுறையைக் குறித்து வெவ்வேறு அடிப்படைகளில் இலக்கணங்கள் கூறி வரையறுக்கப்பட்டிருப்பதிலிருந்தும் இவ்வகையில் கருத்து வேறுபாடுகளிலிருந்து வருவதிலிருந்தும் இது ஒரு சிக்கலான எளிதில் வரையறுக்க முடியாத தாவர செல்லுறை என்று தெரிய வருகின்றது. எந்த ஒரு அடிப்படையில் இந்த பிரைமரி செல்லுறையை வரையறுத்துக் கூறப்பட்டாலும் அந்த வகை வரையறை முழுதும் ஒத்துக் கொள்ளக் கூடியதாக இருப்பதில்லை. இருந்த போதிலும், சாதாரணமாக நடைமுறையிலும் அனேகமாக எல்லோராலும் ஒப்புக்கொள்ளக் கூடிய வகையில் இதை வரையறுக்க வேண்டுமானால் இது வளர்ந்து கொண்டு வருகின்ற, ஒவ்வொரு செல்லிலும் முதன் முதலாகத் தோன்றும் செல்லுறை என்றும், அதன் பரப்பைப் பொருத்து வளரக்கூடிய இயல்பைப் பெற்றிருக்கக் கூடியதும், எல்லா இனங்களும் ஆக்குத்திசுவிலிருந்து உண்டாகின்ற அடிப்படையில் இது ஆக்குத்திசு செல்லின் மூலசெல்லுறையையும் (original cell wall) பெற்றிருக்கிறது என்றும் கொள்ள வேண்டும். பிரைமரி செல்லுறை, வேதியல்படி ஆராய்ந்து பார்த்தால் செல்லுலோஸ் (cellulose), ஹெமி செல்லுலோஸ் (hemi cellulose), பெக்டின் (pectin) எனும் பொருள்களைப் பெற்று, அவைகளினாலுண்டானதாகும். சில வேளைகளில் இந்த வகைப் பொருள்களுடன் லிக்னின் (lignin) என்ற மற்றொரு பொருளும் கலந்திருப்பதுண்டு. செல்லுலோஸைப் பெற்றிருப்பதால் இது நடு அல்லது செல்லிடைப்பட்ட அடுக்குபோலல்லாமல் இந்த உறை போலரைஸ்ட் (polariszed) ஒளித்தன்மையில் செயலுற்றது (optically active) என்றும் அனைஸோடிரோபிக் (anisotropic) உறை என்றும் அறியலாம். ஒரு, உயிருற்ற செல் வளர்ச்சியின் காரணமாக முழுவதும் விரிவடைவதற்கு முன் இந்த செல்லுறை தோற்றுவிக்கப்படுவதினால் இதுவும் செல்லுக்கேற்ப, ஏற்கனவே கூறிய இலக்கணத்தின்படி, பரப்பில் முக்கியமாக விரிவடைந்து, சில வேளைகளில் வேறு வகையான மாற்றங்களையும் அடையக்கூடும். வேறு பலவகை மாற்றங்களின் மூலம் பிரைமரி செல்லுறையின் தடிப்புத் தன்மை அதிகரிப்பதுண்டு. அல்லது இந்த இரு வகை வளர்ச்சி நிகழ்ச்சிகளும் அதாவது பரப்பு விரிவடைதலும், தடிப்புத் தன்மை அதிகரித்தலும் ஒன்று சேர்ந்து ஏற்படுவதுமுண்டு. இத்தகைய வளர்ச்சிகளினால் பிரைமரி செல்லுறை சிக்கலான வளர்ச்சி முறையைப் பெற்றிருக்கின்றது என்று தெரிகின்றது. சில வேளைகளில் மேற் கூறப்பட்டது போல, பிரைமரி செல்லுறைகள் தடிப்புறும் பொழுது, தடிப்புற்ற செல்லுறைப் பகுதிகள் பல அடுக்கு

களைப் பெற்றிருப்பதிலிருந்து அடுக்குகள் அடுத்தடுத்து உண்டாகக் கூடும் என்று தெரிந்து கொள்ளலாம். உயிருற்ற ஸெல்லின் பிரைமரி ஸெல்லுறை பொதுவாக, பரப்பில் மட்டும் விரிவடைந்து வேறு வகையான மாற்றங்களை அடையாமலிருந்தும் தடிப்புத்தன்மை யைப் பெறுமலிருக்கின்ற நிலைகளில் இந்தப் பிரைமரி ஸெல்லுறை பிற்போக்கு மாற்றங்களை **(dedifferentiation)** அடையக்கூடிய, மற்றவகையான ஸெல்லுறைகளுக்கில்லாததொரு குறிப்பிட்ட இயல்பை பெற்றிருக்கின்றது.

நுனி ஆக்குத்திசுவின் ஸெல்களிலுள்ள புரோட்டோபிளாஸத் தையும் கருவின் ஸெல்களின் புரோட்டோபிளாஸத்தை வரைப் படுத்தக் கூடியதும் ஒரு ஸெல்லிலிருந்து மற்றொன்றைப் பிரிக்கக் கூடியதுமான ஸெல்லுறைகள் மிக மெல்லியதாகவும் சாதாரணமாக ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியைக்கொண்டு பார்க்கும்பொழுது இந்த உறை ஒரே தன்மையினதாகவும் **(homogeneous)**, அடுக்கற்ற **(unstratified or non- stratified)** நிலையிலிருப்பதாகவும் பார்க்க லாம். ஆயினும் இந்த உறை முப்பிரிவுகளைக் **(tripartite)** கொண்ட தாயிருக்கிறது. ஸெல் வகைகளாக வளர்ச்சி மாற்றங்கள் ஏற்படும் பொழுது இந்த முப்பிரிவு மாறுபடாது நிலைத்து நின்று வேறுவகை மாற்றங்கள் உண்டாகின்றன.

(3) **ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகள் (Secondary cell walls):** ஸெகண்டரி எனும் அடைமொழிக்கேற்ப, இவ்வகை ஸெல்லுறை கள் பிரைமரி ஸெல்லுறைகளையடுத்தும் தொடர்ந்தும் ஏற்படக் கூடியவை. வேதியல்படி, ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகளில் பிரைமரி ஸெல்லுறைகளிலிருப்பது போல் ஸெல்லுலோஸும் ஹெமி ஸெல்லுலோஸும் வெவ்வேறு அளவிற்கு கலந்து காணப்படு கின்றன, இவ்வடிப்படைப் பொருள்களோடு, கூடுதலாக லிக்னின் எனும் பொருளையும் வேறு பல வகையான பொருள்களையும் கொண்டிருக்கின்றன, இதுவும் பிரைமரி ஸெல்லுறையைப்போன்று, போலரைஸ்ட் ஒளியில் அனைஸோட்ரோபிக் அடுக்காக காணப்படு கின்றது. பொதுவாக டிரக்கீட்கள், நார்ஸெல்களுடைய ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகள் மூன்று அடுக்குறைகளைப் பெற் றிருக்கின்றன. சிலவற்றில், இந்த எண்ணிக்கை, குறைந்தும் சிலவற்றில் அதிகப்பட்டும் அமைந்திருக்கும் ஸெல்லுறைகளுமுண்டு. இவற்றை ஸெகண்டரி ஸெல்லுறை 1, ஸெகண்டரி ஸெல்லுறை 2, ஸெகண்டரி ஸெல்லுறை 3, என்றும் இதையே சுருக்கி, $ஸெ_1$, $ஸெ_2$, $ஸெ_3$, ($S_1$, $S_2$, $S_3$,) என்றும் குறிக்கலாம். அடுக்குறைகளுக் கிடைப்பட்ட நடு அடுக்குறை சாதாரணமாக மற்ற அடுக்குகளைவிட அதிக அளவில் தடிப்புற்றும் தெளிவாகத் தெரியக்கூடிய அளவிற்கும் உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 4.6). தோற்றங்களின்

அடிப்படையில் அவைகளினிடையே வேறுபாடுகள் காணப்படுவது போல் வேதியல், பௌதீக இயல் அடிப்படைகளிலும் வேற்றுமைகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. மேலும், ஒரே செடியிலுள்ள நார்செல்கள் அல்லது டிரக்கீட்களின் செகண்டரி செல்லுறைகள் மேற்கூறப்பட்ட தோற்றம், வேதியல், பௌதீக இயல் அடிப்படைகளில் ஒரே தன்மையினதாக இல்லாதது போல், ஒரு குறிப்பிட்ட செல்லின் செல்லுறைகளின் வெவ்வேறு பகுதிகள் வெவ்வேறு இயல்புகளை உடையதாக இருப்பதைக் காண்கிறோம். இந்த வேறுபாடுகளைப் பற்றிப் பின்வரும் அத்தியாயங்களில் தெரிந்து கொள்வோம். செல்லுறைகளின் தோற்ற வரலாற்றின்படி முதலில் பிரைமரி செல்லுறையும், அதைத் தொடர்ந்தும், அடுத்தும் செகண்டரி செல்லுறைகளுண்டாகின்றன என்பதாகத் தெரிந்துகொண்டோம். செகண்டரி செல்லுறைகள் முழுவதும் உண்டான பிறகு செல்கள் புரோட்டோபிளாஸத்தை இழந்து உயிரற்றதாக மாறுவிடுவதைப் பார்க்கலாம். வேறு வகையில் கூறப்போனால், அனேகமாக செகண்டரி செல்லுறைகளைப் பெற்றுள்ள செல் வகைகள் எல்லாம் (ஸைலம் பாரங்கைமா, ரே பாரங்கைமாத் தவிர) உயிரற்ற நிலையிலிருக்கக்கூடும் என ஒருவாறு ஊகிக்கலாம். சில வகை நார்செல்களில் மட்டும் செகண்டரி செல்லுறைகளிலிருந்த போதிலும் அவைகளில் புரோட்டோபிளாஸம் இருப்பதுடன் அவைகளில் செல் பிரிதல்கள் ஏற்படுவதுமுண்டு. செகண்டரி செல்லுறைகள் அதிக அளவு முற்போக்கடைந்த செல்களில் காணப்படுவதோடு மட்டுமல்லாமல் அவைகள் பிரைமரி செல்லுறைகளைப் போன்று பிற்போக்கு மாற்றங்களை (dedifferentiation) அடைவதற்கான சக்தியற்றும் இருக்கின்றன.

குழிகளும் அவைகளின் வகைகளும் (Pits and their kinds): செல்லுறைகளில் சாதாரணமாக குழிவுகளும் (depressions), குழிகளும் (pits) காணப்படுகின்றன. இவைகளின் அமைப்பு, அமைவு (arrangement), அளவு, வடிவம் முதலியன செல்லுறைகளின் வகைகளைக் குறித்து மாறுபடுகின்றன. உதாரணமாக, செகண்டரி செல்லுறைகளில் காணப்படுபவை வெவ்வேறு அளவிற்கு ஆழமாகவும் (வெட்டில் பார்க்கும் பொழுது) உள்ளமைப்பைச் சிக்கலானதாகக் கொண்டும் இருக்கின்றன. ஆனால் பிரைமரி செல்லுறைகளில் காணப்படுபவை குழிகளாகவும், பொதுவாக ஆழமற்றும் (ஆக்குத்திசுக்களில் ஆழமுற்றிருப்பதுண்டு) எளிய அமைப்புடனும் சிதறுற்ற அமைவுடனும் காணப்படுகின்றன. செகண்டரி செல்லுறைகளில் காணப்படுபவை பிரைமரி செல்லுறைகளில் இருப்பவைகளைவிட ஆழமாக இருக்கின்ற காரணத்தால் அவைகளைக்

குழிகள் (**pits**) என்றும், பிரைமரி செல்லுறைகளில் இருப்பவை ஆழ மற்றும் எளிய அமைப்பையும் பெற்றிருப்பதனால் அவைகளைப் பிரைமரிக் குழிகள் (**primary pit-fields**) என்றும் வேறுபடுத்திக் கூறப்படுகின்றன (படங்கள் 4.7;4.10). இந்தக் கலைச் சொற்களின் அடிப்படையில் ஆக்குத்திசு செல்களும் அவைகளின் தோன்றல்களும் செகண்டரி செல்லுறைகளை உண்டாக்காமலிருக்கின்ற நிலையில் அவைகளின் செல்லுறைகளில் காணப்படுபவைகளெல்லாம் பிரைமரிக் குழிகளாகவும், செல்கள் செகண்டரி உறைகளைப் பெற்றிருக்கையில் அவற்றில் காணப்படுபவைகளெல்லாம் குழிகளாகவும் இருக்கின்றன. பிரைமரிக் குழிகளைப் பெற்றிருக்கின்ற செல்லுறைகள் வெட்டில் பார்க்கும் பொழுது மணிக்கோர்வை (**beaded**) போன்ற தோற்றத்தைக் கொடுக்கின்றன (படம் 4.10). பிரைமரிக் குழிகளுள்ள செல்லுறைப் பகுதிகளில் பிரைமரி செல்லுறை மற்ற பாகங்களிலிருப்பதைவிட மெல்லியதாக இருந்தபோதிலும் குழிப்பகுதிகளிலும் (**pit-fields**) மெல்லிய செல்லுறையைத் தொடர்ச்சியாகக் கொண்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம். பிரைமரிக் குழிகளை செல்லுறைகளில் கொண்டுள்ள செல்கள் உயிருற்றவைகளாக இருக்கையில், இந்தப் பிரைமரிக் குழிப்பகுதிகள் மூலம் பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா (**plasmodesmata**) எனப்படுகின்ற புரோட்டோபிளாஸ்மிக் நுண்ணிழைகள் ஒரு செல்லிருந்து அடுத்துள்ள செல்லிற்கு செல்லுகின்றன.

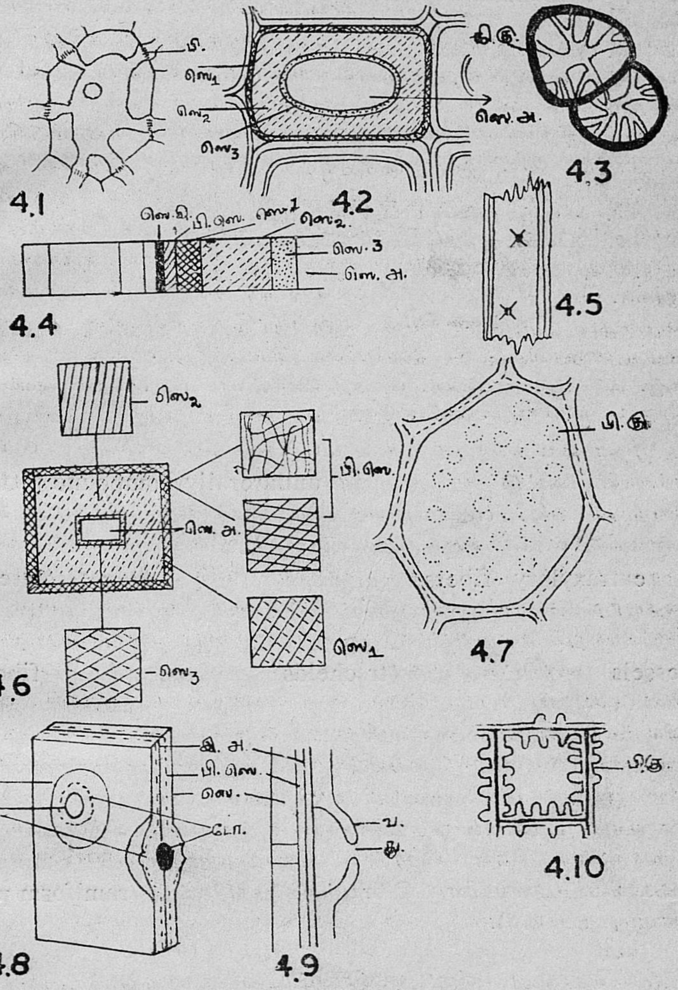
செகண்டரி செல்லுறைகள் உண்டாகும்போது பிற்காலத்தில் குழிகள் ஏற்படுகின்ற பகுதிகளில் மட்டும் சென்று படிவதில்லை. இதை, வேறு வகையில் கூறவேண்டுமானால் செகண்டரி செல்லுறைகள் பிரைமரி செல்லுறைகளை யடுத்து உட்புறமாகத் தொடர்ச்சியாக ஏற்படாமல் அங்கங்கே பிரைமரிக் குழிகளினால் ஓரளவுத் தடைபடுத்தப்படுகின்றன என்று சொல்லலாம். செகண்டரி செல்லுறைகள், இந்தப் பிரைமரிக் குழிகளிலிருக்கின்ற பகுதிகளில், படியாது போவதனால் குழிகள் (**pits**) என்று சொல்லப்படுகின்ற மற்றொருவகைக் குழிகளுண்டாகின்றன. சில வேளைகளில் ஒரு பிரைமரிக் குழி இருக்கின்ற பகுதியில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட குழிகளுண்டாவதுமுண்டு. சில சமயங்களில் பிரைமரிக் குழிகளில்லாத பகுதிகளிலும் குழிகள் உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். அல்லது, பிரைமரிக் குழிகள் செகண்டரி செல்லுறைகளினால் மூடப்பட்டு விடுவதுமுண்டு. இதிலிருந்து அறியப்படுகின்ற உண்மை என்னவென்றால், செகண்டரி செல்லுறைகளில் உண்டாகின்ற குழிகளின் பகுதிகளுக்கும் பிரைமரி செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற பிரைமரி குழிகளின் பகுதிகளுக்கும் எந்த வகையான தொடர்புமில்லை என்பதாகும். இந்த அடிப்படையில், பிரைமரிக் குழிகளையும், குழிகளையும் பிரித்தறிய முடியும் என்ற நிலை இருந்த

போதிலும், அதாவது பிரைமரி செல்லுறைகளில் காணப்படுபவை களை பிரைமரிக் குழிகள் என்றும் செகண்டரி செல்லுறைகளில் காணப்படுபவைகளைக் குழிகள் என்றும் கூறப்படுவது எளிதாக இருந்தாலும், சில சந்தர்ப்பங்களில், அதாவது, பிரைமரி செல்லு றைகளை செகண்டரி செல்லுறைகளிலிருந்து பிரித்தறிய முடியாத நிலையில் இருக்கின்ற செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற குழிகளை, பிரைமரி குழிகள், குழிகள் என்று பாகுபடுத்திக் கூறமுடியாது. இவ்வாறிருக்கும் குழிகளைத் தனித்து குறிப்பிட ஒரு கலைச்சொல் லும் கிடையாது. பொதுவாக, குழிகள் என்று கூறிவிடுவதே சிறந்தது எனத் தோன்றுகின்றது.

செகண்டரி செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற குழிகளை ஆராய்ந்து பார்த்தால் அவைகளில் ஒவ்வொன்றும், சாதாரண மாக, குழி பள்ளத்தையும் (**pit cavity**) குழி மெம்பரேனையும் (**pit membrane**) அடிப்படையான அமைப்பாகப் பெற்றிருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 4.8). இந்த வகை குழிகளைப் பெற்றிருக்கின்ற அடுத்தடுத்திருக்கின்ற இரு செல்களின் செல்லுறைகளைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது ஒவ்வொரு செல்லின் செகண்டரி செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற குழிப்பள்ளம் அந்த செல்லின் செல்லறையை (**lumen**) நோக்கியும், குழி மெம்பரேன் இந்த இரு செல்களுக்கும் இடைப்பட்ட பாகத்தில் அமைந்திருக்கின்றதையும் பார்க்கலாம் (படம் 4.8).

செகண்டரி செல்லுறைகளைப் பெற்றிருக்கின்ற செல்களில் இரு முக்கிய குழிவகைகளைப் பார்க்கலாம். ஒரு வகை எளிய குழிகள் (**simple pits**) என்றும், மற்றொன்று வரையுற்றக் குழிகள் (**bordered pits**) என்றும் கூறப்படுகின்றன. வரையுற்றக் குழி களில், செல்லறைகளை நோக்கியிருக்கும் குழிப்பள்ளத்தைச் சூழ்ந்து ஒரு வரம்பு போன்ற அமைப்பு செகண்டரி செல்லுறையினால் உண்டாக்கப்படுவதோடு அது செல்லுறையின் மேற்பரப்பிற்கு மேலாகச் சிறிது உயர்ந்து, பார்ப்பதற்கு எடுப்பாகக் காணப்படு கின்றது (படம் 4.8). இந்த வகையான, சிக்கலான வெளித்தோற் றம் எளிய குழிவகைகளில் உண்டாவதில்லை. அதாவது செகண் டரி செல்லுறை குழிப்பள்ளத்தைச் சூழ்ந்து வரம்பு போன்ற அமைப்பை உண்டாக்குவதில்லை. இந்த வரம்பு போன்ற அமைப்பு குழிப்பள்ளத்தைச் சூழ்ந்து உண்டாவதினால் குழிப் பள்ளத்தின் அகலமும் குறைக்கப்படுகின்றது. இந்தக் குறைப்பு எளிய குழிவகைகளில் உண்டாவதில்லை. சில சமயங்களில் ஏற்பட் டிருப்பதாகக் காணப்பட்டாலும் அது செகண்டரி செல்லுறை யினால் இவ்வகையில் ஏற்பட்டதில்லை. இவ்விருவகைக் குழிகளும் செகண்டரி செல்லுறையுள்ள செல்களில் மட்டும் காணப்படுகின்

றன. இவைகள் ஜதையுற்ற நிலையில் (**paired**) தான் சாதாரண மாகக் காணப்படுகின்றன. அதாவது, அடுத்தடுத்திருக்கின்ற இரு செல்களின் பக்க உறைகளில் ஒன்றுக்கு மற்றொன்று எதிர்ப்புற மாக அமைகின்றன (படம் 4.8). இவ்வாறு ஜதையுற்ற குழிகளுக் கிடையே குழி மெம்பரேன் (**pit membrane**) எனப்படுகின்ற பொதுவான உறை இருப்பதையும் பார்க்கலாம். வளர்ச்சி அடிப் படையில் பார்க்கும் பொழுது இந்தக் குழி மெம்பரேன், இரு செல் களுக்குமுரிய பிரைமரி செல்லுறைகள் (ஒன்று ஒரு பக்கத்திலும் மற்றொன்று அதற்கு எதிர்ப்பக்கத்திலும்), இவைகளுக்கிடையே யிருக்கும் செல்லிடைப்பட்ட அல்லது நடு அடுக்கு ஆகியவைகளால் ஆனதாகும். குழி மெம்பரேன் என்பது இருசெல்களின் பிரைமரி செல்லுறைகளினுலும் செல்லிடைப்பட்ட அடுக்குறை அல்லது நடு அடுக்கினுலும் ஆக்கப்பட்ட ஒரு கூட்டமைப்பாகும். வளர்ச்சி முறையில் குழி மெம்பரேன் ஒரு கூட்டமைப்பாகத் தோன்றினுலும் அது முற்றிலும் வளர்ச்சி அடைந்த பிறகு, ஒரு தனிப்பட்ட பிரை மரி செல்லுறைகள் கலப்பட மற்ற மெம்பரேனுக மாறி செயல் புரிவதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. மேலும் இந்த மெம்பரேன் மூலமாக **2,000 A°** அளவு உடைய நுண் தூள்கள் செல்லக் கூடும் என்றும் தெரிவிக்கப் பட்டிருக்கின்றது. எளிய குழிகள் இரண்டு ஜதையுற்றிருக்கையில் அவைகளை எளிய குழி ஜதைகள் (**simple pit pairs**) என்றும் வரையுற்றக் குழிகள் இரண்டு ஜதையுற்றிருக்கும் பொழுது அவைகளை வரையுற்ற குழி ஜதைகள் (**bordered pit pairs**) என்றும், கூறப்படுகின்றன. வரையுற்றக் குழிகள் அடுத் துள்ள செல்களில் காணப்படுகின்ற குழிவகைகளைப் பொருத்தும் செல்லிடை வெளிகளைப் (**intercellular spaces**) பொருத்தும் வெவ் வேறு இயல்புகளுடையக் குழி ஜதைகளுண்டாகின்றன. உதாரண மாக வரையுற்றக்குழிகளைப் பெற்றுள்ள செல்கள் எளியகுழிகளைப் பெற்றிருக்கின்ற செல்களுடன் அடுத்து சேர்ந்திருக்கும்பொழுது வரையுற்றக்குழிகள் எளிய குழிகளுடன் ஜதையுற்று இருக்கும் பொழுது அப்படிப்பட்ட ஜதைகளை அரை வரையுற்றக்குழி ஜதை கள் (**half - bordered pit - pairs**) (படம் 4.9) என்று கூறப்படு கிறது. ஆனுல் வரையுற்றக் குழி ஜதைகள் பெற்றுள்ள ஒரு செல் மற்றொரு செல்லுடன் அடுத்திருக்காமல் ஒரு செல்லிடைப்பட்ட வெளியுடன் சேர்ந்திருக்கும்பொழுது, ஜதையுறுவதற்கான நிலை அற்றுப்போவதனுல், இப்படிபட்டக் குழிகள், குருட்டுக் குழிகள் (**blind pits**) எனப்படுகின்றன. மற்றும் சில குறிப்பிட்ட நிலை களில் ஒரு செல்லில் காணப்படுகின்ற குழிகளில் ஒவ்வொன் றிற்கும் அதனுடன் சேர்ந்திருக்கும் செல்லின் செல்லுறைகளி லிருக்கின்ற குழிகளில் இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்டவை எதிர்பட்டு அமைந்திருக்கின்ற குழிகளின் கூட்டமைப்பிற்கும், ஓர்




படம் 7.

படம் 4.1. ஃபீனிக்ஸ் (**Phoenix**) எண்டோஸ்பர்ம் திசு செல்லில் பிளாஸ்மோடெஸ் மட்டா.

படம் 4.2. ஒரு டிரக்கீட்டின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

படம் 4.3. பிரூஸ் (**Pyrus**) கனியில் உள்ள கல் செல்கள் அல்லது பிரேக்கி தடிப்புற்ற செல்கள்

படம் 4.4. அடுத்தடுத்துள்ள டிரக்கீட்களின் செகண்டரி செல்லுறைகள் **மிகவும்** பெரிது படுத்தப்பட்டுள்ளன.

படம் 4.5. லிப்ரிஃபாம் நார் ஸெல்லின் ஒருபகுதி. பக்க உறையில் கீரல் போன்ற குழிகளைக் காணவும்.

படம் 4.6. ஸெகண்டரி ஸெல்லுறை அடுக்குகளின் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் தோற்றம். ஸெல்லுறை அடுக்குகளில் மிக்ரோஃபைப்ரில்களின் போக்கைக் குறிக்கின்றன.

படம் 4.7. லெப்தடீனியா (Leptadenia) பித் பாரங்கைமா ஸெல்லின் குறுக்கு வெட்டு. பிரைமார்டியல் குழிகளின் பரப்புத் தோற்றம். மூன்றடுக்கு ஸெல்லுறையையும் காணலாம்.

படம் 4.8. வரையுற்ற குழியின் பரப்புத் தோற்றமும், வெட்டுத் தோற்றமும்.

படம் 4.9. அரை-வரையுற்ற குழியியின் வெட்டுத் தோற்றம்.

படம் 4.10. பாரங்கைமா ஸெல்லின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம். பிரைமார்டியல் குழிகள்.

பி. பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா; ஸெ. வெளி ஸெகண்டரி ஸெல்லுறை; ஸெ$_2$ இடை ஸெகண்டரி ஸெல்லுறை; ஸெ$_3$ உள் ஸெகண்டரி ஸெல்லுறை; ஸெ.அ. ஸெல் அறை; ஸெ.இ. நடு அடுக்கு; பி.ஸெ. பிரைமரி ஸெல்லுறை; பி.கு. பிரைமார்டியல் குழி; வ. வரை; து. துளை; இ.அ. நடு அடுக்கு; டோ. டாரஸ்.

சார்புற்றக் கூட்டுக்குழி அமைவு (**unilaterally compound pitting**) என்று பெயர். எளியகுழிகளுக்கு உதாரணமாக, சிலவகைப் பாரங்கைமா ஸெல்களும், ஸைலம் தொடர்புற்ற நார்ஸெல்களையும் (**extraxylary fibers**), தடிப்புற்ற ஸெல்களையும் (**sclereids**) கூறலாம். வரையுற்ற குழிகளுக்கு எடுத்துக் காட்டாக ஸைலத்திலுள்ள நீர் செலுத்தும் ஸெல்களில் அதாவது வெஸல்களிலும் (**vessels**) டிரக்கீட்களிலும் (**tracheids**) நார்ஸெல்களிலும் (**fibers**), ஸைலம் தொடர்பற்ற நார் ஸெல்களிலும், தடிப்புற்ற ஸெல்களிலும் காணப்படுவதைக் கூறலாம். குழி வகைகளில் வேறு ஒரு வகையுமுண்டு. ஒரு ஸெல்லின் ஸெல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற குழிகள் ஸெல்லுறையின் தடிப்புத்தன்மை அதிகரிப்பினுல் ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணைந்து விடுவதுண்டு. இதனுல் ஒரு கிளையுற்றக் குழிகள் போன்ற தோற்றத்தைப் பெறுகின்றன, இப்படிப்பட்டவைகளை கிளையுற்றக் குழிகள் (**ramiform pits**) என்பர் (படம் 4.3).

இப்பொழுது ஒரு தனிப்பட்ட வரையுற்றக் குழியின் உள்ளமைப்பைக் கவனிப்போம். ஒவ்வொரு குழியும் வெளிப்புறத்தில் வளைவுற்றுக் காணப்படுகின்ற ஸெகண்டரி ஸெல்லுறையினுலுண்டான குழி வரை (**pit border**) யையும், குழி வரையினுல் உண்டாக்கப்பட்ட பள்ளமான (**cavity**) குழி அறையையும் (**pit chamber**) வெளி வரையில் காணப்படுகின்ற குழி துவாரத்தையும் (**pit aperture**) பெற்றிருக்கின்றது (படம் 4.8). குழி துவாரத்தின் வடிவம் அதைப் பெற்றிருக்கும் திசுக்களின் ஸெல்களின் முற்போக்கு அல்லது முன்னேற்றத் தன்மையினைப்

பொருத்து வேறுபடுகின்றது. உதாரணமாக, கடை அல்லது தாழ்ந்த நிலையை அடைந்திருக்கின்ற செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற குழி துவாரங்களின் வடிவம் வட்ட வடிவமாகவும் (circular) இதையடுத்து உயர்ந்த நிலையிலிருப்பவைகளில் அகலப் போக்கில் நீண்டும், லென்ஸ் வடிவத்தை (lenticular) போன்றும், இதையடுத்த உயர்ந்த நிலையிலிருப்பவைகளில் கீறல் அல்லது வரி போன்றும் (linear) அமைந்திருக்கலாம் (படம் 4.11). இந்தக் குழி துவாரங்களின் வடிவ மாற்றத்திற்கேற்ப அவைகளின் வரையும் (border) மாறிக்கொண்டு வருகின்றன. உதாரணமாக குழி துவாரங்களின் வடிவம் வட்ட வடிவமானதாய் இருக்கும்பொழுது வரையும் வட்டமாக, குழி துவாரங்களைவிட அகலமானதாக இருக்கின்றன. ஆனால் குழி துவாரங்கள் அவற்றின் அகலப் போக்கில் சிறுத்தும் நீண்டும் இருக்கையில், வரையின் பரப்பு குழி துவாரங்களின் அளவைவிடக் குறைந்து, கடைசியில் வரையற்றுப் போகவும் கூடும் (படம். 4.5.). இவ்வாறாக, குழி துவாரங்களின் வடிவ மாற்றங்களுக்கும் வரையின் பரப்பினளவு மாறுபடுவதற்கும் ஒரு நெருங்கிய தொடர்பு இருப்பதாகத் தெரிகின்றது. இந்த வகை இணைப்புற்ற மாற்றங்கள், குறிப்பாக, சிறப்பான முறையில் நார் செல்களில் காணலாம். செல்லுறையின் தடிப்புத்தன்மை அதிகரிக்க, அதிகரிக்க, குழி அறைகளும் குழி துவாரங்களும் சிறுத்துக்கொண்டு வருவதோடல்லாமல் வரையுற்றக் குழிகளின் அமைப்புகளும் முற்றிலும் மாறுபாடு அடைகின்றன. அதிக அளவு மாறுபட்ட நிலைகளிலிருக்கின்ற வரையுற்றக் குழிகள் ஒவ்வொன்றிலும், இரு குழி துவாரங்கள் உண்டாகின்றன. இவைகளின் ஒரு குழி துவாரம் அதிக ஆழத்தில் உட்புறமாகப் புதைந்திருக்கும். சிறிய, வட்ட வடிவமானக் குழியறைக்குச் செல்லக்கூடியதாகும். இதற்கு வெளித் துவாரம் (outer aperture) என்று பெயர் (படம் 4.11). குழி அறை புதைந்திருப்பதற்குக் காரணம் செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற அதிகத் தடிப்பு தன்மையாகும். அதே சமயத்தில், செல்லுறையை நோக்கி மற்றொரு துவாரம் காணப்படுகின்றது. இது உள் துவாரம் (inner aperture) என்று கூறப்படுகின்றது (படம் 4.11). இந்த உள், வெளி துவாரங்கள் ஒரு குழிக் கால்வாயால் (pit canal) இணைக்கப்படுகின்றன. இந்தக் குழிக் கால்வாய் தோற்றத்தில் ஒரு தட்டையான புனல் (funnel) போன்ற வடிவத்தை ஒத்திருக்கும் (படம் 4.11). சில வேளைகளில் அடுத்தடுத்திருக்கும் இரு செல்களில், காணப்படுகின்ற உள் துவாரங்கள் அமைந்திருக்கலாம். அல்லது ஒன்று மற்றொன்றுடன் குறுக்கில் அமைந்து 'X' போன்ற வடிவத்துடன் காணப்படலாம். எப்படியிருந்தபோதிலும், மாறுபட்ட, வரையுற்றக் குழி வகைகள் உன்னத நிலையைக் குறிக்கக் கூடிய இயல்பினைக் கொண்டதாகக் கூறப்படும்.

மற்றொரு வகையான குழிவகையில் குழி அறையை சுற்றியிருக்கின்ற பக்க உறையின் உட்பரப்பிலும் குழி துவாரங்களின் வரம்பைச் சுற்றிலும் பல நுண்ணிய வளரிகள் (**outgrowths**) உண்டாகியிருக்கக்கூடும். இப்படிப்பட்ட அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கின்ற வரையுற்றக் குழிகள் வெஸ்ச்சர்டு குழிகள் (**vestured pits**) எனப்படுகின்றன (படம் 4. 12). இந்த நுண்ணிய வளரிகள் இழைகள் போன்றும், முடிச்சுகளாகவும், எளியதாக அல்லது பிரிந்து, கிளையுற்றும் ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணைந்தோ, இணையாமலோ இருக்கக்கூடும். எப்படியிருப்பினும், பரவலாகவோ, நெருக்கமாகவோ இருக்கும். இழைகள் போன்ற வளரிகள் நீண்டிருந்தால் அவைகள் சில வேளைகளில் ஸெல்லறைக்குள் நுழைந்து காணப்படும். இப்படிப்பட்ட வரையுற்றக் குழிகளை மேலிருந்து பார்க்கும்பொழுது அவைகள் பல நுண்ணிய ஓட்டைகளைப் பெற்றிருப்பது போன்றும் அல்லது வலைபோன்ற அமைப்புடன் இருப்பது போன்ற தோற்றத்துடன் இருப்பதையும் பார்க்கலாம். வெஸ்ச்சர்டு குழிகள் குறிப்பிட்டக் குடும்பங்களான குரூஸிஃபெரி (**Cruciferae**,) மிர்த்தேஸி (**Myrtaceae**) காப்ரிஃபோலியேஸி (**Caprifoliaceae**) பேப்பிலியோனேஸி (**Papilionaceae**) முதலியவைகளின் சில குறிப்பிட்ட சிற்றினங்கள், பேரினங்களின் ஸெகண்டரி டிரக்கியரி ஸெல்களில் காணலாம். வரையுற்றக் குழிகளில் காணப்படுகின்ற இந்நிலை பரிணும அடிப்படையில் ஒரு உன்னத நிலையைக் குறிப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது.

ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் ஸெல்களில் காணப்படுகின்ற வரையுற்றக் குழிகள் ஜிம்னோஸ்பர்ம்களின் ஸெல்களில் காணப்படுபவைகளை விட எளிய அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. உதாரணமாக, கோனிபர்ஸ் (**Conifers**) டிரக்கீட்களில் காணப்படுகின்ற வரையுற்றக் குழிகள் மிகவும் விரிவான, அதிகப்படியான அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவைகளின் வரையுற்றக் குழிகளை மேலிருந்து பார்க்கும்பொழுது மூன்று வட்டங்கள் ஒன்றுக்குள் ஒன்றாக அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த மூன்று வட்டங்களில் வெளிவட்டம் வரையின் எல்லையையும், உள் வட்டம் குழித் துவாரத்தின் எல்லையையும் இடைப்பட்ட வட்டம் டோரஸ் (**torus**) என்று சொல்லப்படுகின்ற கூடுதலான அமைப்பின் எல்லையையும் (இது அனேகமாக ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் வரையுற்றக் குழிகளில் காணப்படுவதில்லை) முறையே குறிக்கின்றன (படம் 4.8). ஆனால் இந்த வரையுற்றக் குழியை வெட்டிப் பார்க்கும்பொழுது படத்தில் காட்டியிருப்பதைப் போல வரையையும், குழி துவாரத்தையும், குழி அறையையும், குழி மெம்பரேனையும், குழி மெம்பரேனுக்கு மத்தியில் சிறிது தடிப்புற்றுக் காணப்படுகின்ற

டோரஸ் என்ற பகுதியையும் பிரைமரி, ஸெகண்டரி ஸெல்லுறை அடுக்குகளேயும் காணலாம். டோரஸைச் சுற்றியிருக்கின்ற குழி மெம்பரேன் மார்கோ (margo) என்றழைக்கப்படுகின்றது. இந்தக் குழி மெம்பரேனும் டோரஸும் எளிதில் வளேந்து அசையக்கூடியதும் அதன் காரணமாக ஸெல்லுக்கு இரு புறங்களிலும் அப்போதுக்கப்போது ஏற்படுகின்ற அமுக்க நிலே மாற்றங்களினுலும் இந்த பாகம் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலேயில் குழியின் ஒரு பக்கத்திலும் மற்றொரு நிலேயில் அதற்கு எதிர் பக்கத்திலும் தள்ளப்பட்டு, குழி துவாரங்களே உட்புறமாக இருந்து அடைக்கக்கூடும். இதனுல் நீரைச் செலுத்தும் சக்தியும் குழி மெம்பரேன் டோரஸ், நிலேகளுக்குத் தக்கவாறு மாறுபடுகின்றது. சுருங்கக்கூறின், டோரஸ் பக்கவாட்டிலிருக்கும் குழி துவாரத்தை அடுத்து படிந்திருந்தால் நீர் செல்வது தடைபடுகின்றது. ஆனுல் டோரஸ் நடுவிலிருக்கும் பொழுது ஸெல்லின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து மறு பக்கத்திற்கு நீர், மார்கோ எனும் குழி மெம்பரேன் மூலமாக சுலபமாக செல்ல முடிகின்றது. இந்த வகையான வரையுற்றக் குழிகள் மேலே கூறியபடி கோனிஃபர்களின் டிரக்கீட்களில் காணப்படுவதோடல்லாமல் நீத்தேலிஸ் (Gnetales) டிரக்கியரி ஸெல்களிலும் காணப்படுகின்றன.

**குழிகளின் அமைவுகள்** (Arrangement of pits):- டிரக்கியரி ஸெல்களின் பக்கஉறைகளில் அமைந்திருக்கின்ற குழிகளின் அமைவு முறைகளே மூன்று முக்கிய பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன. (1) ஏணியொத்தக்குழி அமைவு (scalari form pitting) (2) எதிர்க்குழி அமைவு (opposite pitting) (3) மாற்றுக்குழி அமைவு (alternate pitting). ஏணியொத்தக் குழி அமைவில் வரையுற்றக் குழிகள் குறுக்கில் நீண்டு ஏணியிலிருக்கின்ற படிகள் போன்று ஒன்றன் மேலொன்ருக அமைந்திருக்கின்றன. (படம் 4.18). எதிர்க்குழி அமைவில் வரையுற்றக் குழிகள் ஒன்று சேர்ந்து ஸெல்களின் உயரப்போக்குக்குக் குறுக்காக அமைந்திருக்கும் (படம் 4.19). மூன்ருவது வகையான மாற்றுக்குழி அமைவில் வரையுற்றக் குழிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்திலும் சாய்வாகவும் அமைந்திருக்கின்றன (படம் 4.20). இந்த வகையில் சிறிய வரையுற்றக் குழிகள் பல ஒன்று சேர்ந்து சிறு தொகுப்புகளாகக் காணப்படுவதைச் சல்லடைக் குழி அமைவு (sieve pitting) என்றுகூறப்படுகின்றது. வரையுற்றக் குழிகள் வட்டவடிவமாக இருப்பதற்குப் பதிலாக, நெருக்கமான முறையில் அமைந்திருப்பதின் காரணமாக வேறு சில விதமான வடிவங்களேப் பெறக்கூடும். உதாரணமாக, எதிர்க்குழி அமைவில் வரையுற்றக் குழிகள் நெருக்கமாக அமைந்திருக்கும்பொழுது ஒவ்வொரு குழியின் வடிவமும் சதுரமாகவோ

(படம் 4.19) அல்லது நீண்ட சதுரமாகவோ மாறுகின்றது. இது போல, எதிர்க்குழி அமைவில் வரையுற்றக் குழிகள் நெருக்கமாக ஒன்றன் மேல் மற்றொன்று படிந்து அமைந்திருக்கும் நிலையில் ஆறு பக்கங்களுடைய (hexagonal) வடிவத்தைப் பெறுகின்றன (படம் 4.20). இந்த இருவகையான வடிவ மாற்றங்களும் நெருக்கமான அமைப்பினால் ஏற்படுகின்ற அழுக்கத்தினால் குழிகளின் பக்கங்கள் மாற்றுருவமடைகின்றதால் ஏற்படுகின்றன எனலாம். பரிணாம அடிப்படையில், இந்த மூன்றுவகைக் குழி அமைவுகளில் ஏணி யொத்தக் குழி அமைவு, கடை நிலையைக் குறிப்பதாகவும், மாற்று அமைவு உயர்ந்த நிலையைக் குறிப்பதாகவும், எதிர்க்குழி அமைவு இடைப்பட்ட நிலையைக் குறிப்பதாகவும் கருதப்படுகின்றது.

இந்த வகையில் வரையுற்றக் குழிகள் மூன்று வகையான அமைவு முறைகளில் காணப்பட்டப் போதிலும், பொதுவாக, இவைகள் டிரக்கியரி செல்களில்லாத வெவ்வேறு வகையான செல்களில் வெவ்வேறு வகைகளில் செல்களைப் பொருத்து அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். இது மட்டுமின்றி, ஒரே செல்லின் பக்க உறைகளில் வெவ்வேறு அமைப்புகள் காணப்படுவதுண்டு. ஒரு செல்லின் பக்க உறைகளில் காணப்படுகின்ற குழிகளின் அமைப்பும் அமைவும் அத்துடன் சேர்ந்திருக்கின்ற செல்லின் வகையைப் பொருத்து வேறுபடுகின்றன. உதாரணமாக, ஒரு டிரக்கியரி செல், நார் செல்லை அடுத்திருக்கும்பொழுது நார் செல்லுறைப் பாகங்களில் குழிகள் உண்டாவதில்லை. ஆனால் ஒத்த இயல்புகளையுடைய இரு டிரக்கியரி செல்கள் அடுத்திணைந்திருக்கும்பொழுது வரையுற்றக் குழிகள் நன்றாக உண்டாகியிருப்பதையும் அதே சமயத்தில் ஒரு டிரக்கியரி செல் பாரங்கைமா செல்லுடன் இணைந்திருக்கும்பொழுது குறைவுற்ற வரையைப் பெற்றுள்ள குழிகள் ஏற்பட்டிருப்பதையும் பார்க்கலாம்.

**பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா (Plasmodesmata) :** பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா என்பவை சைட்டோபிளாஸ்மிக் நுண்ணிழைகளாகும். இவைகள் உயிருற்ற எல்லா செல்களின் பக்க உறைகளிலும் காணப்படுவதோடல்லாமல் இவைகள் அடுத்தடுத்திருக்கின்ற இரு உயிருற்ற செல்களின் செல்லுறைகளி லிருக்கின்ற பிரைமரிக் குழிகளின் மூலமாக ஊடுருவிச் சென்று இந்த செல்களுக்கிடையே ஒரு செயல்முறைத் தொடர்பையும் புரோட்டாபிளாஸத்தில் இணைப்பையும் ஏற்படுத்துகின்றன (படம் 4.1). இது போன்ற அமைப்புகள் புறத்தோல் (epidermis) செல்களுக்கிடையே அதிக அளவில் ஏற்பட்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம். அவைகள் எக்டோடெஸ்மட்டா (ectodesmata) என்றழைக்கப்படு

கின்றன. செல்களைப் பொருத்து பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டாக்களின் எண்ணிக்கை மாறுபடுவதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா, எக்டோடெஸ்மட்டா என்பவைகளை சாதாரணமுறையில் காண்பது கடினமாகும். இவற்றை மிகவும் தெளிவாக எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பினுல் பார்க்க முடியும். ஆனுல் தகுந்த முறைகளைக் கையாள்வதினுல் இவைகளை ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியைக் கொண்டும் பார்க்க இயலும். இவை ஒவ்வொன்றின் அகலம் ஒரு மைக்ரானிலிருந்து $\frac{1}{10}$ மைக்ரான் வரை இருக்கக்கூடும். ஏற்கனவே கூறியுள்ளதுபோல் இவை எண்டோபிளாஸ்மிக் வலையுடன் சம்பந்தப்பட்டிருக்கின்றன..

இவைகள் உண்டாகின்ற முறையைக் குறித்து வெவ்வேறு கருத்து வேறுபாடுகள் இருந்து வருகின்றன. ஒரு கோட்பாட்டின் படி ஏற்கனவே உண்டான பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா துண்டுறுவதினுல் (spliting) விரிவடைகின்றன என்றும், மற்ெருரு கோட்பாட்டின்படி, இவற்றைப் பெற்றுள்ள செல்லுறைகள் பரப்பில் விரிவடையும்பொழுது இவைகளும் பக்கவாட்டிலிழுக்கப்பட்டு பிறகு ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் துண்டாகின்றன என்றும் கருதப் படுகின்றன. மேலும், செல் பிரிதல்களேற்படும்பொழுது இவைகளும் பிரிதலுற்று புதிதாக உண்டாகின்ற செல்களிலும் ஏற்படுகின்றன என்பதும் ஒரு சாரரால் கருதப்பட்டு வருகின்றது.

**செல்லுறைகளின் வேதியல் அமைப்பு (Chemical composition of cell walls)** : எல்லாவகை வாஸ்குலார் தாவர இனங்களின் செல்லுறைகளிலும் சர்வ சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்ற செல்லுறைப் பொருள் செல்லுலோஸ் (cellulose) என்று சொல்லப்படுகின்ற ஒருவகைச் சர்க்கரைப் பொருளாகும் (carbohydrate). இந்த செல்லுலோஸ், செல்லுறைகளுக்கெல்லாம் ஒரு அடிப்படையான, ஆதாரப்பொருளாக அமைந்திருப்பதோடல்லாமல், வெவ்வேறு வகையான பொருளுடன் வெவ்வேறு அளவில் கலந்தும் காணப்படுகின்றது. உதாரணமாக, கடினமான திசுக்களின் செல்களில் (woody tissues) இது லிக்னின் (lignin) எனும் பொருளுடன் கலந்திருக்கின்றது. செடி உறுப்புக்களின், குறிப்பாக வெளிப்புறத்திசுக்களின் செல்களில் செல்லுலோஸுடன் கொழுப்புப் பொருள்களும் (fatty compounds), கூட்டின் (cutin), ஸுபரின் (suberin) மெழுகுப் பொருள்களும் வெவ்வேறு அளவில் கலந்து காணப்படுகின்றன. செல்லுறைப் பொருள்களுடன் நீரும் அதிகமான அளவிற்கும் குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கும் சேர்ந்திருக்கின்றது..

இந்த நீர், தனிப்பட்டோ அல்லது நீருடன் உறவு கொள்ளும் தன்மையுடையப் பொருள்களுடன் (**hydrophilic substances**) கலந்தோ காணப்படும். ஸெல்லுலோஸல்லாத மற்றவகை சர்க்கரைப் பொருள்களும், உதாரணமாக, ஹெமிஸெல்லு லோஸ்கள் (**hemicelluloses**), பெக்டிக் பொருள்கள் (**pectic substances**) ஸெல்லுறைகளில் அடங்கியிருக்கின்றன.

மேலே கூறப்பட்ட பொருள்களை ஸெல்லுறைகளின் வேதியல் அமைப்பின் அடிப்படையில் ஆராய்ந்து பார்த்தால் அவை மூன்று வகைப்பட்டதாக அறியலாம். அவைகளாவன : (1) இடையீட்டுப் பொருள்கள் (**matrix substances**) (2) வரையீட்டுப் பொருள்கள் (**framework substances**) (3) பூச்சுப் பொருள்கள் (**cementing substances**) இவைகளில் இடையீட்டுப் பொருள்கள் ஸெல் லுறைகள் வளர்ந்துக் கொண்டு வரும்பொழுது உண்டாவதோடு மட்டுமல்லாமல் இவைகள் அடிப்படையானதாகவும், ஆதார மானதாகவும் இருக்கின்றன. ஆனல் பூச்சுப் பொருள் வகைகள் மேற்சொன்ன மற்ற இருவகையான பொருள்களும் உண்டான பிறகு தான் உண்டாகின்றன. ஸெல்லுலோஸும் அது சம்பந்தப் பட்டவைகளும் வரையீட்டுப்பொருள்கள் என்றும் பாலிஸாக் கரைட்கள் போன்றவைகள் இடையீட்டுப் பொருள்களென்றும் லிக்னின் எனும் பொருள் பூச்சுப் பொருளென்றும் மதிக்கப்படு கின்றது.

மேற்சொன்ன ஸெல்லுறைப் பொருள்களைத் தவிர்த்து, புரதமும (**protein**) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு, குறிப்பாக, பிரைமரி ஸெல்லுறைகளில் கலந்திருக்கின்றது எனும் உண்மை, சமீப காலத்தில் கண்டறிவிக்கப்பட்டதாகும். இப்பொழுது ஸெல்லு றைப் பொருள்கள் ஒவ்வொன்றையும் பற்றி சிறிது தெரிந்து கொள்வோம்.

ஸெல்லுலோஸ் : இதற்கும் தரசத்திற்கும் நெருங்கிய உறவு உண்டு. இதனுடைய மூலக்கூறுகள் (**molecules**) சங்கிலி (**chain**) அல்லது ரிப்பன் (**ribbon**) போன்ற அமைப்பைப் பெற்றும் நீளத்தில் ஏறத்தாழ 4 மைக்ரான்கள் அல்லது வெவ்வேறு அளவின தாயிருக்கும். இது நீருடன் நட்புக் கொண்ட (**hydrophilic**) பொருளாகும். ஸெல்லுலோஸின் மூலக்கூறுகள் ஒழுங்கான முறையில் அமைந்து லேட்டிஸ் (**lattice**) போன்ற அமைப்பை சிறப் பான முறையில் பெற்றிருக்கின்றன. ஸெல்லுலோஸ் படிகத்

தன்மை பெற்றது, எனக் கூறக் காரணம் அதன் மூலக்கூறுகள் ஒன்றுடன் மற்றொன்று அமைந்திருப்பதாகும். மூலக்கூறுகள் ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணைந்திருக்கும்பொழுது அவைகளுக் கிடைப்பட்ட இடைவெளி எப்பொழுதும் ஒரே அளவினதாகவும் ஒரே விதமானதாகவும் அமைந்திருப்பதாகும். இந்தவகை உள்ள மைப்புமுறையைக்குறிப்பாக எக்ஸ்ரேக்களின் (X ray) ஒளியினுதவியைக் கொண்டு கிடைக்கும் பிரதிபலிப்பினால் அறிய முடிகிறது. ஆனால் இந்த லேட்டிஸ் அமைவில் இரு இடங்களுக்கிடையே உள்ள இடைவெளி வெவ்வேறு போக்கில் வேறுபடுகின்ற காரணத்தினால் லேட்டிஸின் பகுதிகள் எல்லாம் அனிஸோடிராப்பிக் (anisotropic) எனப்படும் வகையில் பரவியிருப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது. ஒளி முறையில் அனிஸோடிராப்பிக்காக இருப்பதாகக் கூறப்படுவது போல் செல்லுலோஸ் வீங்கும்பொழுதும்கூட அனிஸோடிராப்பிக் என்று கூறப்படுகிறது. இந்த அனிஸோடிரோப்பிக் தன்மை இருவிதமான அடிப்படையின் மூலம் இருப்பதினால் அது மிகவும் பிரகாசமாகக் காணப்படுவது இதனுடைய சிறப்பியல்பைக் குறிக் கின்றது.

**ஹெமிசெல்லுலோஸ்கள்** (Hemicelluloses) : இவைகள் ஒரு தனிப்பட்டப் பொருளை குறிப்பதல்ல; இவ்வாறு கூறும் பொழுது இது பலதரப்பட்டப் பொருள்களைக் கொண்ட கூட்டுப்பொருளைக் குறிப்பதாகக் கொள்ள வேண்டும். இந்தக் கூட்டுப்பொருளாலான ஹெமிசெல்லுலோஸில் ஸைலான் (xylan), மான்னன் (mannan), காலக்டான் (galactan), குளுக் கான் (glucon) போன்ற, தனிப்பொருள்கள் காணப்படுகின்றன. இவைகளும் பெக்டிக் பொருள்களும் நெருங்கிய தொடர்பு பெற் றிருந்தாலும், அவைகளின் கரைசல் இயல்பைப் (solubility) பொருத்து வேறுபட்டிருக்கின்றன.

**பெக்டிக் பொருள்கள்** (Pectic substances) :- இவைகள் அருபமற்ற கொல்லாய்ட்கள் (colloids). இந்தவகைப்பொருள் களுக்கும் நீருக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு இருக்கின்றது. இந்த ஒரு குறிப்பிட்ட இயல்பினால் செல்லுறைகளில் நீரை நிறுத்தி வைத்துக் கொள்ளக்கூடிய சக்தியை செல்லுறைகள் பெறுகின்றன. பெக்டிக் பொருள்கள், குறிப்பாக செல்லிடைப்பட்ட உறை அல்லது நடு அடுக்கில் மட்டும் காணப்படுவதோடல்லாமல் மற்ற செல்லுறைகளிலும் குறிப்பாக, பிரைமரி செல்லுறைகளில், செல் லுலோஸுடன் கலந்தும் காணப்படுகின்றன. பெக்டிக் பொருள் களினாலான செல்லிடைப்பட்ட உறை அல்லது நடு அடுக்கு, போலரைஸ்ட் ஒளியின் வாயிலாக கவனிக்கும்பொழுது

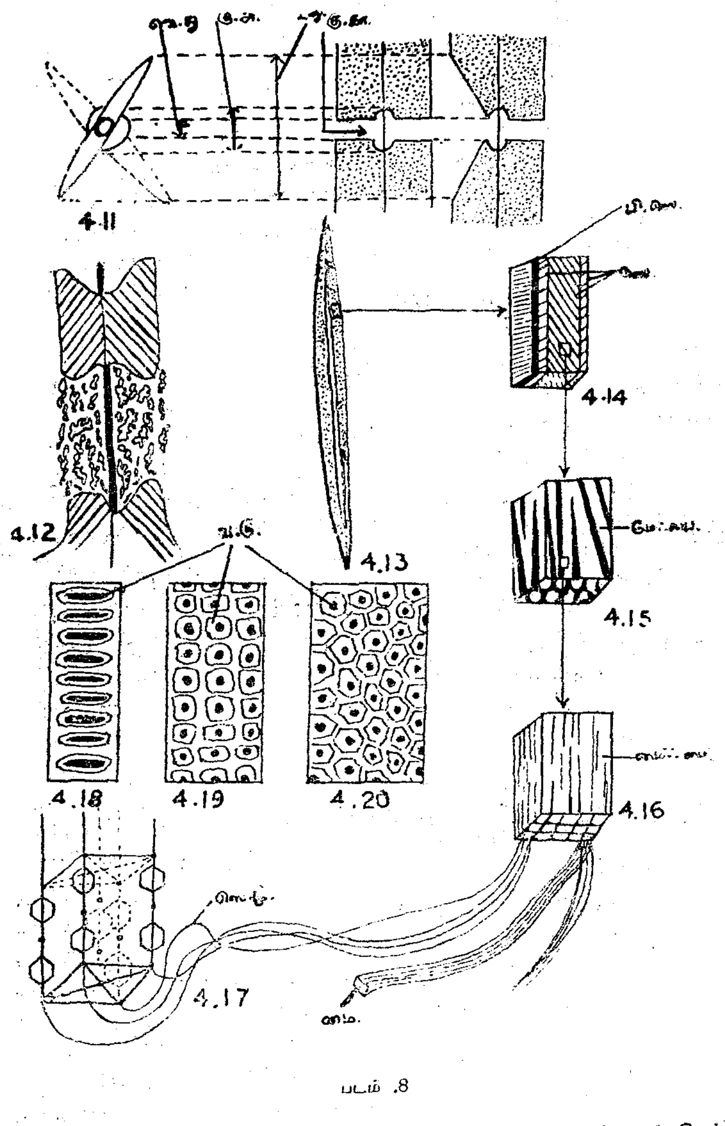
கறுப்பாகக் காணப்படுவதிலிருந்து இந்த பெக்டிக் பொருள்கள் ஐஸோடிரோபிக் (isotropic) என்று சொல்லப்படுகின்றது. இந்தப் பொருள்கள் அமிலங்களினுல் குறிப்பாக நைட்ரிக் அமிலத்தால் எளிதில் கரைக்கப்படுகின்றன.

**லிக்னின் (Lignin)** :— பலவகை செல்லுறைப் பொருள்களில் இதுவும் முக்கியமானதாகும். இருப்பினும், இது எவ்வாறு, எப்படிப் பட்ட நிலைகளில் உண்டாகின்றது என்பதைக் குறித்த விவரங்கள் சமீபகாலம் வரை ஒரு புதிராகவே இருந்து வந்தது. ஆனுல் இப்பொழுது இதைக் குறித்து சில வியக்கத்தக்க உண்மைகள் கிடைத்திருக்கின்றன. பொதுவாக, இந்தப் பொருள் சர்க்கரைப் பொருள்களிலிருந்து வேறுபட்டு கார்பன் (carbon) பகுதியை அதிக அளவு பெற்றிருக்கக் கூடிய பாலிமர் (polymer) என்று கருதப்படுகின்றது. லிக்னின் என்ற பொருள் எல்லாவகைத் தாவர இனங்களிலும் ஒரே வகையினதாக இருக்க முடியும் என்று எண்ண முடியாது. ஏனெனில், கோனிஃபரில் உள்ள லிக்லின் ஒரு வகையினதாகவும், இரு விதையிலைத் தாவர இனங் களில் உள்ள லிக்னின் மற்றொரு வகையினதாகவும் சமீப காலத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. மேலே குறிப்பிட்டபடி லிக்லின் பூச்சுப் பொருள் வகையைச் சார்ந்ததாகும். லிக்னின் எல்லாவகை செல்லுறைகளிலும் அதாவது செல்லிடைப்பட்ட உறை அல்லது நடு அடுக்கு, பிரைமரி செல்லுறை, செகண்டரி செல்லுறை (செ$_1$, செ$_2$, செ$_3$) முதலியவைகளில் வெவ்வேறு அளவில் படிந்து இருக்கின்றது. முதலிலுண்டான உறைகள் முதலிலும், கடைசியில் உண்டான உறைகள் கடைசியிலும் இந்தப் பொருளைப் பெறுகின்றன. செகண்டரி செல்லுறைகளில் வளைவு கள், வட்டங்கள், சுருள்கள் முதலியவைகளைப் பெற்றிருக்கின்ற பிரைமரி சைலம் டிரக்கியரி செல்களின் பிரைமரி செல்லுறை களில் லிக்னின் காணப்படுவதில்லை. இதற்கு மாருக, கடினத் திசுக்களின் செல்களின் பிரைமரி செல்லுறைகளிலும் செல் லிடைப்பட்ட உறை அல்லது நடு அடுக்கிலும் அவைகளின் செகண்டரி செல்லுறைகளைவிட அதிக அளவில் லிக்னின் காணப் படுகிறது.

மேலே கூறப்பட்ட முக்கியமான செல்லுறை பொருள் களைத் தவிர்த்து வெவ்வேறு வகையான பொருள்களும் அதாவது ஸிலிகா (silica) கால்சியம் கார்பனேட் (calcium carbonate) டேன்னின்கள் (tannins) ரெஸின்கள் (resins) கொழுப்புப் பொருள் கள் (fatty substances) படிக நிலையிலுள்ள வண்ணப் பொருள் கள் (pigments) எண்ணெய் பொருள்கள் (oils) அமிலங்கள் (acids)

போன்ற பொருள்களும் ஓரளவிற்கு செல்லுறைகளில் படிந்து காணப்படுகின்றன. இவைகளில் குறிப்பாக ஸிலிக்கா (silica), புல்கள், கோரைகள் (sedges), ஈக்குவிஸீத்தும் (Equisetum) முதலியவைகளின் செல்லுறைகளில் சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்றன. கொழுப்புப் பொருள்களான, கூட்டின் (cutin), ஸுபரின் (suberin) மெழுகுப் பொருள்கள் (waxes) முதலியவை பொதுவாக உறுப்புக்களின் புறத்தே அமைந்திருக்கின்ற செல்களின் செல்லுறைகளில் அமைந்திருக்கின்றன. ஸுபரின், கூட்டின் செல்லுறைகளில் படிகின்ற நிகழ்ச்சிகளை முறையே ஸுபரைஸேஷன் (suberization) என்றும் கூட்டினைஸேஷன் என்றும் கூட்டின் படிவதனால் ஏற்படும் கூட்டிக்கில் (cuticle) என்ற அடுக்கு உண்டாகின்ற முறையை கூட்டிக்குலரைஸேஷன் (cuticularization) என்றும் கூறப்படுகின்றன. இந்த வகைப் பொருள்களினால் நீராவிப்போக்கு குறைக்கப்படுகின்றது.

**எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் கண்டுபிடிப்புகள் (Electron microscopic observations):** செல்லுறைகள் செல்லுலோஸ் எனும் அடிப்படைப் பொருளால் ஆக்கப்பட்டவை என்பதாக அறிந்து கொண்டோம். ரேமி அல்லது **போஹ்மீரியா (Ramie or Boehmeria)** நார் செல்களின் (படம் 4.13) செகண்டரி செல்லுறையின் ஒரு சிறு பகுதியை ஆராயும்பொழுது (படம் 4.14) கீழ் கண்ட உண்மைகள் தெரிய வருகின்றன. செல்லுலோஸினுடைய மூலக்கூறுகள் (molecules) ஒரு நீண்ட சங்கிலி போன்று அமைந்திருக்கின்றன (படம் 4.17). மேலும் இவை சிதறுற்ற அமைவுடனில்லாமல் ஒரு ஒழுங்கான வகையில் வெவ்வேறு அளவுகளுடைய பல நுண் கற்றைகளாக அமைந்திருக்கின்றன. இவைகளின் படிக வடிவத் தொகுப்புகள் மைஸல்கள் அல்லது கிரிஸ்டலைட்கள் (micelles or crystallites) (படம் 4.16) எனப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் அதிக அளவில் 8 A° அகலத்தைக் கொண்டு இத்தகைய மூலக்கூறுகள் பல ஒன்று சேர்ந்து எலிமெண்டரி மைக்ரோஃபைப்ரில் அல்லது மைஸல்லார் இழைகள் (elementary microfibril or micellar strands) உண்டாகின்றன. (இவற்றின் அதிகப்படியான அளவு 100 A° ஆகும்). ஒவ்வொரு எலிமெண்டரி மைக்ரோஃபைப்ரிலும் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது ஏறக்குறைய 100 செல்லுலோஸ் மூலக்கூறுகளைப் பெற்றிருப்பதாகத் தெரிகின்றது. செல்லுலோஸ் கூறுகளும் எலிமெண்டரி மைக்ரோஃபைப்ரில்களும் பல ஒன்று சேர்ந்து மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் உண்டாகின்றன.




படம் .8

படம் 4.11. கீரல் போன்ற வரையுற்ற குழி ஜதைகள்—பரப்புத் தோற்றமும் வெட்டுத் தோற்றமும். குழிக் கால்வாய்களையும், குறைவுற்ற வரைகளையும், சிறிய குழி அறையையும் காணவும்.

படம் 4.12. வெஸ்ச்சர்ட் குழி ஜதையின் வெட்டுத் தோற்றம்

**படம் 4.13.** நார் செல

**படம் 4.14.** நார் செல்லின் செல்லுறைப் பகுதி

**படம் 4.15.** மேக்ரோஃபைப்ரில்

**படம் 4.16.** மைக்ரோஃபைப்ரில்

**படம் 4.17.** குளுகோஸ் மூலக் கூறுகளின் அமைவு

**படங்கள் 4.18—4.20.** வரையுற்ற குழிகளின் அமைவு முறைகள்.

**4.18.** ஏணியொத்த அமைவு; **4.19.** எதிர் அமைவு; **4.20.** மாற்று அமைவு.

வெ.து. வெளி துளை; உ.து. உள் துளை; கு.அ. குழி அறை; கு.கா. குழிக் கால்வாய்; பி.செ. பிரைமரி செல்லுறை; செ. செகண்டரி செல்லுறை அடுக்கு; மே ஃபை. மேக்ரோஃபைப்ரில்கள்; மைஃபை. மைக்ரோ ஃபைப்ரில்கள்; மை. மை செல் களின் தொகுப்பு; செ.மூ. செல்லுலோஸ் மூலக்கூறு.

ஒவ்வொரு மைக்ரோஃபைப்ரிலும் குறுக்களவை 350 A⁰ ஆகவும், 2000 செல்லுலோஸ் மூலக்கூறுகளையும் பெற்றுள்ளது (படம் 4.16). மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் பல ஒன்று சேர்ந்து 0.4 மைக்ரான் அகலத்தையும் 5,00,000 செல்லுலோஸ் மூலக்கூறுகளையும் கொண்ட மைக்ரோஃபைப்ரில்களாக உண்டாகின்றன (படம் 4.15). மேற் கூறப்பட்ட ரேமியின் நார் செல்லின் செகண்டரி செல்லுறையைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது ஒரு பகுதியில் 2,000,000,000 செல்லுலோஸ் மூலக்கூறுகள் இருப்பதாகக் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. உருவ அடிப்படையில் பார்க்கும்பொழுது மைக்ரோஃபைப்ரில்களை செல்லுறையின் அடிப்படையில் பார்க்கும் பொழுதும் மைக்ரோஃபைப்ரில்களை செல்லுறையின் அமைப்பின் அடிப்படையாளப் பகுதி என்று ஒரு சாரரால் கருதப்பட்டு வருகின்றது.

மைசெல்லார் இழைகள் அல்லது எலிமெண்டரி ஃபைப்ரில் களுக்கிடையே இருக்கின்ற இடைவெளிகளை மைசெல்லாரிடைப் பட்ட வெளிகள் (**intermicellar spaces**) என்றும் இதுபோன்று மைக்ரோஃபைப்ரில்லார் இடைப்பட்டவெளிகள் (**intermicro-fibrillar spaces**) என்றும், இடைவெளிகள் தோன்றியிருப்பதுடன் அவைகளின் அளவும் மேன்மேலும் படிப்படியாக அதிகரிப்பதையும் பார்க்கலாம். இந்த விதமாக ஃபைப்ரில்லார் அமைப்பைப் பெற்றுள்ள செல்லுறைகளில் வெவ்வேறு அளவுகளை உடைய இடைவெளிகள் காணப்படுகின்றன. இந்த இடைவெளிகளில்தான் நீரும், செல்லுலோஸ் அற்ற அருவ பொருள்களும் புதைந்து காணப்படுகின்றன.

பொதுவாக, மைக்ரோஃபைப்ரில்களின் அமைவு முறை வெவ் வேறு வகையினதாக இருக்கும். உதாரணமாக, வெவ்வேறு கட்டையின் திசுக்களில் வெவ்வேறு வகையினதாக இருப்பதோடு

மட்டுமல்லாமல் ஒரு மரத்தினுடைய வெவ்வேறு திசுக்களிலும், ஒரு திசுவின் வெவ்வேறு செல்களிலும் ஒரு செல்லின் வெவ்வேறு அடுக்குகளிலும், கடைசியாக வெவ்வேறு அடுக்குறைகளில் வெவ் வேறு வகையினதாக மாறுபடுகின்றது என்று தெரிகின்றது. மூன்று அடுக்கு செல்லுறைகளைக் கொண்ட சில வெஸல்களிலும் டிரக்கீட் களிலும் நார்செல்களிலும் உட்புற வெளிப்புற செல்லுறைகளின் அடுக்குகளில் மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் உயரப்போக்கிற்குக் குறுக் காகவும் அல்லது மிகக் குறைந்த அளவில் வளைவுற்றும் அமைந் திருக்கின்றன (படம் 4.6). மேலும் மைக்ரோஃபைப்ரில்களைப் பொருத்தவரை, அவைகள் ஒன்றுக்கொன்று இணைப்போக்கிலும் செல்லுறைப் பரப்பைப் பொருத்து இணைப்போக்கிலும் அமைந் திருக்கின்றன (படம் 4.6). இதனால் செகண்டரி செல்லுறைகள் இணைப்போக்கு டெக்சரைப் (**parallel texture**) பெற்றிருப்பதாகக் கூறப்படுகின்றது. ஆனால் இதற்கு மாறாக பிரைமரி செல்லுறை களிலோ, அவைகளின் மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் உயரப்போக்கிற்குக் குறுக்காக அமைந்திருந்து (இது குழாய் டெக்சர் என்று கூறப்படு கின்றது (**tube texture**) படிப்படியாக மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் செல் விரிவடைவதினால் ஏற்படுகின்ற பிரைமரி செல்லுறையின் அதிகரிப்புக்கேற்ப நெகிழ்வுற்ற தன்மையை அடைந்து கடைசியில் சிதறுற்று, பின்னப்பட்ட நிலையில் காணப்படுகின்றன (படம் 4.6). இந்த மாற்றங்களினால் பிரைமரி, செகண்டரி செல்லுறைகளைப் பிரித்தறிய முடியும். மேலும் பிரைமரி செல்லுறை மேற்கூறியபடி, சிதறுற்று பின்னப்பட்ட நிலையில் அமைந்திருக்கின்றமையால் பிரைமரி செல்களில் எப்பொழுதும் அடுக்குற்ற தன்மையை, அதிக அளவு தடிப்புற்றிருந்தாலும் பெற முடிவதில்லை.

செல்லுறைகள் அளவிலும் வடிவத்திலும் மாற்றங்களுக்குட் படுத்தப்பட்ட பிறகு அவைகள் ஒரு நிரந்தரமான நிலையை அடையும் இயல்பைப் பெறுகின்றன. இத்தகைய தன்மைக்கு பிளாஸ்டிஸிட்டி (**plasticity**) என்று பெயர். ஆனால் இந்த வகை மாற்றங்களுக்குப் பிறகு சில வகை செல்லுறைகள் மீண்டும் முன்னிலையை அடையக்கூடிய இயல்பையும் பெற்றிருக்கின்றன. இத்தகைய தன்மைக்கு இலாஸ்டிஸிட்டி (**elasticity**) என்று பெயர். செல்லுறைகளுக்கு டென்ஸைல் வலிவும் (**tensile strength**) உண்டு. இத்தகைய டென்ஸைல் வலிவை, வலிவைத் தரக்கூடிய செல்களும், நார்த்திசுக்களும் அதிக அளவில் பெற்றிருக்கின்றன.

**செல்லுறைகளின் வளர்ச்சி** (**Growth of cell walls**):- செல் லுறைகள் வளர்ச்சியுறுகின்றன என்று கூறப்படும்பொழுது அது முக்கியமாக பரப்பு (**area**) தடிப்புத்தன்மை (**thickness**) முதலிய

வற்றைப் பெறுவதில் ஏற்படுகின்றது என்றுத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். தடிப்புத்தன்மை அதிகரிப்பு, செகண்டரி செல்லுறைகளிலும், சில வேளைகளில் பிரைமரி செல்லுறைகளிலும் ஏற்படும் பொழுது அது செல்லுறைப் பொருள்கள் அடுத்தடுத்து உண்டாவதினாலும் அடுக்கடுக்காக ஏற்படுகின்ற முறையிலுண்டாகிறது என்றும் தெரிகின்றது. இந்த முறைக்கு படிதல் (apposition) என்று பெயர். இந்த தடிப்புத்தன்மை அதிகரிப்பு மற்றொரு முறையிலும் உண்டாகலாம். அதாவது, செல்லுறைப் பொருள்கள், ஏற்கனவே உண்டான செல்லுறைகளின் நுண் இடைவெளிகளில் ஊடுருவிச்சென்று அடைவதினாலும் உண்டாகலாம். இந்த முறை இடைச்செறுகள் (intussusception) என்றழைக்கப்படுகின்றது. ஆனால் செல்லுறைத் தடிப்பு இந்த இரு முறைகளில் ஒன்று அல்லது மற்றொரு குறிப்பிட்ட முறையில் தான் உண்டாகலாம் என்று கூறுவதற்கில்லை. இதற்குப் பதிலாக தடிப்புத் தன்மை அதிகரிப்பு ஓரளவிற்கு இந்த இரு வகையான முறைகளிலும் வெவ்வேறு அளவிற்குக் கலந்தும் உண்டாகலாம் என்று கருதப்படுகின்றது. படிதல் முறையில் தடிப்புத்தன்மை அதிகரித்துக் கொண்டு வரும்பொழுது செல்லுறைப்பொருள்கள் செல்லறையை உள்நோக்கி அதாவது வெளிப்புறத்திலிருந்து உட்புறமாகப் படிந்து கொண்டு வருகின்றன. இந்த முறை சாதாரணமாக திசுக்களுண்டாகும்பொழுது அவைகளின் செல்களில் ஏற்படுகின்றது. ஆனால் சில வகை செல்களில், உதாரணமாக, மகரந்தத்தூள்கள் (pollen grains) ஸ்போர்கள் (spores) முதலியவைகளின் செல்லுறைகள் வளர்ச்சி பெறும்பொழுது அவைகளில் செல்லுறைப் பொருள்கள் படிதல், வெளிப்புறம் நோக்கிப் படிகின்றன.

செல்லுறைகளின் பரப்பு அதிகரிப்பு ஏற்படும்பொழுது புதிதாக உண்டாகின்ற செல்லுறைப் பொருள்கள் அவைகளில் சேர்க்கப்படுகின்றன என்று கருதப்படுகின்றது. இந்த அடிப்படையில் கவனிக்கும்பொழுது, பரப்பு அதிகரிப்பு, செல்லுறைகளின் குறிப்பிட்ட சில பகுதிகளில் மட்டும் ஏற்படுகின்றனவா அல்லது ஒரே சமயத்தில் செல்லுறைகள் முழுவதும் ஏற்படுகின்றனவா என்பதைக் குறித்து கருத்து வேறுபாடு இருந்து வருகின்றது. உதாரணமாக அடிப்படை அல்லது ஆதார பாரங்கைமாத்திசுவின் செல்களில் பரப்பு அதிகரிப்பு செல்லுறை முழுதும் ஒரே சமயத்தில் ஒத்த அளவில் ஏற்படுவதாகக் கூறப்படுகின்றது. ஆனால் நார் செல்கள், டிரக்கீட்கள் முதலியவைகளின் பரப்பு அதிகரிப்பு அவைகளின் செல்லுறைகளின் ஒரு சில குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் மட்டும் ஏற்படுகின்றது. இவ்வாறு பரப்பு அதிகரிப்பு ஏற்படும்பொழுது ஏற்கனவே செல்

லுறைகளிலமைந்திருக்கின்ற குழிகளும், பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டாக் களும் ஓரளவிற்குப் பாதிக்கப்படுகின்றன. மேலும் குழிகளுக் கிடையே உள்ள தூரம் அதிகரித்தும் பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டாக் கள் அறுபட்டும் போகின்றன.

# 5. ஆக்குத்திசுக்கள் (Meristems)

வரலாறும் கோட்பாடும் (History and concept): ஒரு செடி இனத்தின் குறிபபிட்ட உறுப்புகளிலும், உறுப்புக்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதிகளிலும் அமைந்திருந்து ஸெல் பிரிதல்கள் மூலம் தோன்றல்களை (derivatives) மேலும் மேலும் தோற்றுவிக்கக் கூடிய பாரங்கைமா திசுவிற்கு ஆக்குத்திசு (meristem) என்று முதன் முதலாக நாகெலி என்பவர் (Nageli) 1858-ம ஆண்டு கண்டு பிடித்து அதற்கு இந்த பெயரைக் கொடுத்திருக்கின்றார். முதன் முதலாக இந்தத் திசுவை நாகெலி செடிகளின் தண்டு, வேர் பாகங்களிலிருப்பதாகக் கண்டு பிடித்தார். ஆனால் நாளடைவில், இது செடிகளின் பல உறுப்புக்களின் வெவ்வேறு பாகங்களிலிருப்பதாகவும் அது வெவ்வேறு வகையான உள்ளமைப்பைப் பெற்றும், பாகத்திற்கு தகுந்தாற்போல் வெவ்வேறு திசு வகைகளை உண்டாக்கவல்லது என்றும் அறியப்பட்டது. எப்படியிருந்தபோதிலும், இந்தத் திசுவின் அடிப்படை, சிறப்பான இயல்பு, ஸெல் பிரிதல்களை திரும்பத்திரும்ப அடைந்து தோன்றல்களை உண்டாக்கக் கூடிய தன்மை என்ற வகையில் இதை பொதுவாக "பிரிதலுறும் திசு" (dividing tissue) என்று கூறுவது மிகப் பொருத்தமானதாகும். நாகெலி இந்த ஆக்குத்திசுவைக் குறித்துக் கூறும்பொழுது இது ஒரு வகை பாரங்கைமா என்று கூறியதும்மட்டுமல்லாமல் இது "கேம்பியம்" (Cambium) என்ற திசுவிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டது என்றும் கூறினார். தற்காலத்தில் இந்தத் திசுவையும், வாஸ்குலார் கேம்பியத்தையும், கார்க் கேம்பியத்தையும், மேலும் பிரிதலுற்று தோன்றல்களை உண்டாக்கக் கூடிய இயல்புகள் உடைய திசுக்களையும் ஒன்று சேர்த்து ஆக்குத்திசுக்கள் (meristems) என்று பொதுப் படையாகக் கூறப்படுகின்றன. ஒரு செடி ஸைகோட்டிலேற்படுகின்ற ஸெல் பிரிதல்களின் மூலம் படிப்படியாக வளர்ந்து வரும் பொழுது தொடக்கத்திலிருந்து ஒரு ஸெல்லும் (ஸைகோட்) அதிலிருந்துதோன்றிய பல ஸெல் தோன்றல்களும் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு முகமாக ஸெல் பிரிதல்களை அடைகின்றன. ஆனால் இந்த வகையில்

ஸெல் திரள்கள் ஏராளமாக உண்டான பிறகு அவைகள் எதிர் காலத்தில் செய்யக் கூடிய செயல்களைப் பொருத்து வேறுபாடுறுதல் (differentiation) என்ற ஒரு முக்கியமான நிகழ்ச்சியின் மூலமாக அவை அவைகளுக்குள்ளே வேறுபாடுகள் உண்டாகின்றன. இவ் வாருக ஸெல்கள் எல்லாவற்றிலும் ஸெல் பிரிதல்கள் பரவி ஒத்த நிலையில் ஒரு முகமாக ஏற்பட்டு வந்த நிலைமாறி (வேறுபாடுறுதலின் மூலம்) ஸெல் பிரிதல்கள் ஒரு சில குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் மட்டும் ஏற்படுகின்றன. உலகத்திலுள்ள பிராணி வகைகளும் தாவர இனங் களும் உயிருற்ற தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்ற வகையில் இவைகள் இரண்டையும் சேர்த்து உயிரியல் (biology) என்ளெருரு பொது இயலாக கூறப்பட்டபோதிலும் பிராணி வகைகள், தாவர இனங்கள் ஆக்குத்திசுவைப் பெற்று இருக்கின்ற அடிப்படையில் முன்னதிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டவைகள் என்ற முக்கியமான உண்மையை அறிய வேண்டும். ஆகவே, ஆக்குத்திசு என்பது தாவர இனத்திற்கே உரிய ஒரு சிறப்பான திசுவாக அமைந்து அதில் ஸெல் பிரிதல்கள் அப்பொழுதுக்கப்பொழுது ஏற்படுவதின் மூலம் தாவர இனங்கள் தொடர்ந்து வளர்ந்து வருகின்றன என்றும் இந்தவகை வளர்ச்சி முறை பிராணிகளின் இனங்களில் ஏற்படுவதில்லை என்றும் தெரிகின்றது. இந்த அடிப்படையான வேற்றுமை மறைக்கவும் மறுக்கவும் முடியாததொரு இயல்பாக இவைகளுக்கிடையே ஏற்பட்டு இருக்கின்றது. செடி இனங்களில் காணப்படுகின்ற இந்த வகை வளர்ச்சி முறையை திறந்த வளர்ச்சி (open growth) என்று கூறப்படுவது மிகவும் பொருத்தமாகும். ஏனென்ருல் இவை களில் வளர்ச்சி ஒரு குறிப்பிட்ட நிலை வரை ஏற்பட்டுக்கொண்டு வந்து பிறகு நின்று விடுவதில்லை. இதற்குப் பதிலாக அவைகள் வாழ்நாள் பூராவும் அப்பொழுதுக்கப்பொழுது ஆக்குதிசுக்களி லிருந்து புதிது புதிதாக தோன்றல்களுண்டாகி மேன்மேலும் தொடர்ந்து வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக்கொண்டு வருகின்றது.

ஆக்குத் திசு என்பது மெரிஸ்தோஸ் (Meristos) என்ற கிரேக்க சொல்லிலிருந்து கையாளப்பட்டதும் பிரியக் கூடியது என்ற பொருளைக் கொடுக்கக்கூடிய ஒரு சொல்லாகவும் இருக்கின்றது. எந்த ஒரு வகை ஆக்குதிசுவைக் குறித்து ஆராய்ந்து பார்த்தாலும் அது தோன்றல்களை ஸெல் பிரிதல்களின் மூலம் உண்டாக்கக் கூடியது என்றும் அதே சமயத்தில் அதனுடைய ஸெல்கள் தன்னைத் தானே பெருக்கிக்கொள்ளக் கூடியதென்றும் தெரிகின்றது. ஆதலால் ஒரு ஆக்குத்திசுவில் ஸெல் பிரிதல்கள் இரு முறைகளில் ஏற்படுகின்றன என்பதை தெரிந்துகொள்ள வேண்டும். ஒரு உறுப் பின் பாகத்திலிருக்கின்ற ஆக்குத்திசுவின் அளவை ஏனைய திசு வகைகளுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது முன்னது குறைவாகக்

காணப்பட்ட போதிலும் ஒரு செடியின் பல்வேறு உறுப்புகளின் பகுதிகளிலிருக்கின்ற ஆக்குத்திசுக்களை ஒன்று சேர்த்து பார்க்கும் பொழுது அவைகளின் அளவு அதிகமாகவே காணப்படுகின்றது. ஏனென்றால் ஆக்குத்திசுக்கள் ஒவ்வொரு செடியின் தண்டு, வேர் நுனிப்பாகங்களிலும் அவைகள் கிளைகளின் நுனிப்பாகங்களிலும் அமைந்திருக்கின்றன. இந்த வகை நுனி ஆக்குத்திசுக்களுமன்றி (apical meristems) வேறு வகையான ஆக்குத்திசுவும் குறிப்பாக தண்டு வேர் பாகங்களிலும், அவைகளின் கிளைகளிலும் முறையே பக்கங்களிலும் பரிதிக்கு இணைப்போக்கிலும் அமைந்திருக்கின்றன. இவைகளை பக்க ஆக்குத்திசு (lateral meristem) என்று கூறலாம். உதாரணம் கார்க் கேம்பியம் அல்லது பெல்லோஜன் (cork cambium or phellogen) ஓரளவிற்கு புரோக்கேம்பியம் (procambium) முதலியவைகளைக் கூறலாம். இந்த வகைக் கேம்பியங்களெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து அவைகளுக்குரித்தான முறையில் செயல்களில் ஈடுபட்டுக் கடைசியில் ஒரு சிக்கலான உள்ளமைப்பைப் பெற்றிருக்கக் கூடிய செடிகளையும், மரங்களையும் தோற்றுவிக்கின்றன. ஒரு செடியின் வளர்ச்சியைப் பொருத்தமட்டில் இரண்டு விதமான வளர்ச்சிகள் ஏற்படுவதாகக் கூறலாம். ஒன்றை பிரைமரி வளர்ச்சி (primary growth) என்றும் மற்றொன்றை ஸெகண்டரி வளர்ச்சி (secondary growth) என்றும் கூறலாம். இவைகளின் பிரைமரி வளர்ச்சி நுனி ஆக்குத்திசுவினால் உண்டாக்கப்படுகின்றது. ஆனால் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி பக்க ஆக்குத்திசுவினால் உண்டாக்கப் படுகின்றது.

**ஆக்குத் திசுவின் உள்ளமைப்பும் செயல்களும் (structure of meristems and their functions) :** செயல்படுகின்ற ஒரு ஆக்குத்திசுவின் உள்ளமைப்பை ஆராய்ந்து பார்த்தால் அதனுள் பல தோற்றுவிகள் (initials) இருப்பதைப் பார்க்கலாம். தோற்றுவிகளில் ஸெல் பிரிதல்களேற்பட்டு அதனாலுண்டாகின்ற புதிய ஸெல் திரள்களை ஒன்றுகூட்டி தோன்றல்கள் (derivatives) என்று கூறப்படுகின்றன. தோன்றல்கள் உண்டான பிறகு அமைப்பு, வேதியல் தன்மை, வாழ்வியல் (physiological) தன்மை, வடிவம், அளவு முதலியவைகளைப் பொருத்து பலவகையான மாறுதல்கள் அடைந்து ஏறக்குறைய அவை அவைகளுக்கே உரித்தான சிறப்பியல்புகளையும், தனிப்பட்ட தன்மைகளையும் கடைசியில் பெறுகின்றன. இந்த வகைகளில் தோன்றல்களில் ஏற்படுகின்ற மாற்றங்களும் இந்த மாற்றங்களின் விளைவாக பெறப் படுகின்ற சிறப்புத் தன்மைகளும் ஒன்று சேர்ந்த நிகழ்ச்சிக்கு வேறுபாடுறுதல் (differentiation) என்று பெயர். இவ்வாறு வேறுபாடுற்று வளர்ச்சியும் முதிர்ச்சியுமடைந்த பிறகு ஸெல்லோ

அல்லது செல் திரள்களோ சிலவகை சூழ்நிலைகளின் விளைவாக மேற்கொண்டு சிலவகை மாற்றங்களை அடையக்கூடும். உதாரண மாக செல்லும் செல் திரள்களும் முதிர்ச்சியடைந்த நிலையில் காணப்படுகின்ற சில சிறப்பான இயல்புகளை இழந்து மீண்டும் முந்திய நிலையை அடையக்கூடும். இந்த வகையில் பின்னேக்கி ஏற்படுகின்ற வேறுபாடுகளும் விளைவுகளும் ஒன்று சேர்ந்து பிற் போக்கு வேறுபாடுறுதல் (**dedifferentiation**) என்று கூறப்படு கின்றது. இதுபோன்று செல்லும், செல் திசுக்களும் முதிர்ச்சி யடைந்த பிறகு மேற்கொண்டு வேறு சில சிறப்பான இயல்புகளைப் பெறக்கூடும். மேற்கொண்டு முன்னேக்கி ஏற்படுகின்ற மாற்றங் களையும் விளைவுகளையும் ஒன்றுசேர்த்து முற்போக்கு வேறுபாடுறுதல் (**redifferentiation**) என்றழைக்கப்படுகின்றது.

தோன்றல்கள், தோற்றுவிகளிலிருந்து உண்டான பிறகு, அவைகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட காலம் வரை பல வகையான மாறுதல் கள், அதாவது புரோட்டோபிளாஸத்தை அதிகரித்துக்கொள்ளுதல் விரிவடைதல் பிறகு செல் பிரிதல்களை அடைதல் போன்ற நிகழ்ச்சிகள் தொடர்ந்து நடந்துகொண்டிருக்கின்ற காரணத் தினல் இவைகளும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு தோன்றல்களை உண்டாக்குகின்றன. இந்த நிலையில் உண்மையான தோற்றுவிகள் எவை தோன்றல்கள் எவை என்று பிரித்தறிவது சிறிது சிரமமான காரியமாக முடிகின்றது. இந்த சிக்கலான நிலையில் ஆக்குத்திசு என்று கூறும்பொழுது அதில் புதிதாக, அண்மையிலுண்டானதும் அடுத்திருக்கின்ற தோன்றல்களும் ஓரளவிற்கு சேர்ந்திருக்கும் என்று கருத வேண்டும். ஆதலால் தோற்றுவிகளையும் தோற்றுவி களைப் போன்று செல் பிரிதல்களை அடைந்து வருகின்ற தோன்றல் களையும் பெற்று இருக்கின்ற பகுதிக்கு ஆக்குத்திசு மண்டலம் (**meristematic zone**) என்று பெயர்.

**ஆக்குத்திசுக்களின் பாகுபாடு (Classification of meristens):-** மிகவும் எளிய முறையில் ஆக்குத்திசுக்களை அவைகள் செடி களைப் பொருத்து அமைந்திருக்கின்ற இடப்பகுதிகளின் அடிப்படை யில் பாகுபாடு செய்ய முடியும். உதாரணமாக ஆக்குத்திசுக்கள் உறுப்புகளின் நுனிப்பாகங்களிருக்குமேயானல், அவைகளை நுனி ஆக்குத்திசுக்கள் (**apical meristems**) என்றும் இவைகள் உறுப்புக் களுக்கும் அவைகளின் நிலைகளுக்கும், பக்கங்களுக்கு இணையாகவும், உட்புறமாகவும் அமைந்திருக்குமேயானல் அவைகளை பக்க ஆக்குத் திசுக்கள் (**lateral meristems**) என்றும் கூறலாம்.

இதுவுமன்றி வேறு ஒரு அடிப்படையிலும் ஆக்குத்திசுக்களை பாகுபாடு செய்ய முடியும். அதாவது, ஆக்குத்திசுக்களைத் தோற்றுவிக்கின்ற மூலங்களைப் பொருத்து பிரைமரி ஆக்குத்திசு (**primary meristem**) என்றும் ஸெகண்டரி ஆக்குத்திசு (**secondary meristem**) என்றும் பிரிக்கலாம். ஆக்குத்திசுவின் ஸெல்கள் கரு நிலையிலுள்ள ஸெல்களிலிருந்து (**embryonic cells**) தோன்றி செடியின் முழு வளர்ச்சியை ஏற்படுத்தக் கூடியதாகும். இந்த வழியில் தோன்றிய ஆக்குத்திசுவை பிரைமரி ஆக்குத்திசு (**primary meristem**) என்று கூறப்படுகின்றது. ஆனால் ஸெகண்டரி ஆக்குத்திசு ஏற்கனவே உண்டாகி, முதிர்ச்சியடைந்து ஒரு குறிப்பிட்ட செயல்களையும், அமைப்பையும் பெற்றடைந்த பிறகு ஸெல்கள் பிற்போக்கு வேறுபாடுறுதலின் மூலம் (**dedifferentiation**) திரும்பவும் ஆக்குதிசுவின் செயல்களை செய்யக்கூடிய இயல்பை பெறுகின்ற திசு ஸெகண்டரி ஆக்குத்திசு என்று கூறப்படுகின்றது. இந்த ஸெகண்டரி ஆக்குத்திசு முன் வகையை போல் அல்லாமல் மேற்கொண்டு புதிதாகவும் அதிக அளவிலும் மீண்டும் மீண்டும் திசு வகைகளைப் பெருக்குவதிலும் திசு வகைகளைப் புதுப்பித்தலிலும் அல்லது புது வகையான திசுக்களை உண்டாக்குகின்ற வேலையிலும் ஈடுபடுகின்றது. பிரைமரி ஆக்குத்திசுவிலிருந்து உண்டாக்கப் படுகின்ற திசுக்கள் எல்லாம் பிரைமரி திசுக்கள் (**primary tissues**) என்றும் ஸெகண்டரி ஆக்குத்திசுவிலிருந்து உண்டாக்கப்படுபவைகள் ஸெகண்டரி திசுக்கள் (**secondary tissues**) என்றும் கூறப்படுகின்றன. மேற்கூறப்பட்ட அடிப்படைகளில் பிரிக்கப்பட்ட ஆக்குத்திசுக்களை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது நுனி ஆக்குத்திசுக்களையும் அவைகளின் வகைகளையும் பிரைமரி ஆக்குத்திசுவிற்கும், பக்க ஆக்குத்திசுவை ஸெகண்டரி ஆக்குத்திசுவிற்கும் உதாரணங்களாக கூறலாம்.

ஒரு பக்கத்தில் தோற்றுவிக்கின்ற ஸெல்களும் இந்த தோற்றுவிகளையடுத்து அண்மையில் உண்டான தோன்றல்களையும் மறுபக்கத்தில் இவைகளுக்கு உட்புறமாக அமைந்திருக்கின்றதும் ஓரளவிற்கு முதிர்ச்சி யடைந்ததும் ஆனால் ஆக்குத்திசுவின் வேலையை செய்யக்கூடியதுமான திசுவை முன்னதிலிருந்து வேறுபடுத்தி அறிவதற்கு முன்னது புரோட்டோ ஆக்குத்திசு (**protomeristem**) என்று கூறப்படுகிறது. ஆக்குத்திசுவை அதிலிருந்து உண்டாக்கக் கூடிய திசு தொகுப்பைப் பொருத்து மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன: 1. புரோட்டோடெர்ம் (**protoderm**). இதில் ஸெல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்டு வேறுபாடுறுவதின் மூலம் செடிகளின் புறத்தோல் தொகுப்பை 'உண்டாக்கு

கின்றது. 2. புரோக்கேம்பியம் (**procambium**). இது பிரைமரி வாஸ்குலார்த் தொகுப்பை உண்டாக்குகின்றது. 3. ஆதார ஆக்குத்திசு (**ground meristem**). இந்த வகை ஆக்குத்திசு ஆதாரத் திசு (**ground tissue**) தொகுப்பை உண்டாக்குகின்றது.

இடைப்பட்ட ஆக்குத்திசு (**intercalary meristem**) : இடைப்பட்ட ஆக்குத்திசு விறுவிறுப்பாக, வளர்ந்து வருகின்ற உறுப்புக்களில் உள்ள பிரைமரி திசுக்களுக்கும் பிரைமரி ஆக்குத்திசுவிற்கும் அப்பாற்பட்டும் இரு பக்கங்களிலும் ஏறக்குறைய ஓரளவிற்கு வேறுபாடுற்ற முதிர்ச்சியடைந்த திசுக்களுக்கு இடைப்பட்ட பகுதியிலும் அமைந்து இருக்கின்ற ஒருவகை ஆக்குத்திசுவாகும். இந்த வகைத் திசு சாதாரணமாக எல்லா தாவர இனங்களின் உறுப்புக்கள் வளர்ச்சியில் வெவ்வேறு அளவிற்கும் வெவ்வேறு காலத்திலும் காணப்பட்ட போதிலும் இது புல் வகைகளிலும் (**grasses**) மற்று ஓர் விதையிலே தாவர இனங்களின் இடைக்கணு பாகங்களிலும் (**internodes**) இலைகளின் அடியுறைப் பாகங்களிலும் (**leaf sheaths**) சாதாரணமாக குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு காணப்படுகின்றன. எப்படியிருந்தபோதிலும் இதை ஏற்கனவே கூறப்பட்ட நுனி, பக்க ஆக்குத்திசுக்களுடன் ஒப்பிடமுடியாது. ஒரு இளம் தண்டினம் (**shoot**) நுனி ஆக்குத்திசுவிலிருந்து உண்டாகும்பொழுது அதில் இடைக்கணுபாகம் தெரிவதில்லை. ஆனல் நாளடைவில் இலைகளில் அடிபாகத்திலிருக்கின்ற செல்கள் செல் பிரிதலுற்று விரிவடைந்துபடுவதினுல் இடைக்கணுபாகங்கள் தோன்றுகின்றன. இந்த முறையில் ஒன்றன்மேல் ஒன்று பொருந்தியிருக்கின்ற இரு கணுக்களையும் அவைகளுடன் சம்பந்தப்பட்ட இரு இலைகளுக்கும் இடைப்பட்ட பாகம் மேன்மேலும் நீண்டு வளர்ச்சியுறுவதின் காரணமாக இடைக்கணு உண்டாகி இரு இலைகளுக்கும் இடைப்பட்ட பாகம் நீளப் போக்கில் விரிவடைந்து கொண்டு வருகின்றது. இடைக்கணு பாகம் இளமை நிலைமையில் இருக்கும்போது அதனுள் இருக்கும் எல்லா செல்களிலும் ஒத்தாற்போல் செல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்ட போதிலும் கடைசியாக அது முதிர்ச்சியடைந்த பிறகு செல் பிரிதல்கள் படிப்படியாக ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் அதாவது இடைக்கணுவின் அடிபாகத்திலும், இலை அடியுறை பாகத்திலும் மட்டும் ஏற்படுகின்றன. பிறகு இந்த வகை ஆக்குத்திசுவினுலுண்டாக்கப்பட்ட உறுப்புக்களின் அடிப்பாகங்களை குறிப்பாக இடைக் கணுக்களின் அடிப்பாகங்களைக் கவனித்தால் அந்த பாகங்கள் பொதுவாக சிறிது தடிப்புற்று காணப்படும். மேலும் இடைப்பட்ட ஆக்குத்திசு இடைப்பட்ட பாகங்களில் அமைந்து செயல்பட்டுக் கொண்டு வருவதினுல் இது சாற்றுக்குழாய் தொகுப்பின் தொடர்ச்சியை பாதிப்பதோடல்

லாமல் இந்த பாகங்கள் செடியின் மற்ற பாகங்களைவிட வலிவற்ற நிலையிலிருப்பதையும் எளிதில் பரிசோதித்து தெரிந்து கொள்ள லாம். உதாரணமாக ஒரு புல் தண்டை முறிக்கும்பொழுது அது இடைப்பட்ட ஆக்குத்திசுவைப் பெற்றிருக்கின்ற இடைக்கணுவின் அடிப்பாகத்தில் அதாவது கணுப்பாகம் எளிதில் முறிவுறுகின்றது. ஏனென்றால் இந்த பாகங்களில் உள்ள திசு ஒருதரப்பட்டதும் வேறுபாடுறாத நிலையிலும் வலிவைக் கொடுக்கக்கூடிய எந்த திசுவு மில்லாத காரணத்தினாலும் எளிதில் முறிவுபடுகின்றது.

**ஆக்குத்திசு செல்களின் செல்லியல் சிறப்பியல்புகள் (Cytologic characteristics of meristematic cells):** ஆக்குத் திசுவின் செல்கள் மற்ற உயிருற்ற செல்களின் அடிப் படையான இயல்புகளிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபடுவதில்லை. இருந்தபோதிலும் ஆக்குத்திசுவின் செல்களில் செல் பிரிதல்கள் ஏற்படும்பொழுது உயிரற்ற பொருள்களை (ergastic substances) பெற்றிருப்பதில்லை. மேலும் அவைகளில் காணப்படுகின்ற கணி கங்கள் (**plastids**) ஒரு வகையான முற்பட்ட தொடக்க நிலை இயல்புகளுடன் அமைந்திருக்கின்றதைப் பார்க்கலாம். எண்டோ பிளாஸ்மிக் வலையின் (**endoplasmic reticulum**) அளவும், எளிய தொரு உள்ளமைப்பை (பொதுவான இயல்புகளுக்கு மாறாக) பெற்றிருக்கின்ற மித்தோகாண்டிரியா (**mitochondria**) வையும் பெற்றிருக்கின்றன. ஆனால் கார்க்கேம்பியத்தின் செல்கள் பசுங் கணிகங்களையும் (**chloroplasts**) கேம்பியத்திலுள்ள ரேத்தோற்றுவி கள் தரசம், டேன்னின் என்ற பொருள்களையும், சருக்களின் ஆக்குத் திசுக்கள் பலவகையான சேமிப்பு பொருள்களையும் பெற்றிருக் கின்றன. எப்படியிருந்தபோதிலும் ஆக்குத்திசுவின் செல்கள் மிகக் குறைந்த அளவில் வேறுபாடுற்றிருக்கின்றன என்று கொள்ளல் வேண்டும். ஆக்குத்திசுவின் செல்களில் சாற்றுக்குழிகள் (**vacuoles**) வெவ்வேறு அளவிலும், வெவ்வேறு வடிவங்களிலும் அமைந்திருக்கலாம். அவைகள் சூழ்நிலைகளைப் பொருத்து ஒரு நிலை யிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு அடிக்கடி மாறிக்கொண்டிருக்கக் கூடியவைகளுமாக காணப்படுகின்றன. செல்களில் நூக்ளியஸ்கள் பெரிதாக இருக்கின்றன. பொதுவாக பெரிதாக இருக்கின்ற செல் களில் நூக்ளியஸ்கள் செல்களின் மொத்த அளவைவிட சிறியதாக இருக்கின்றன. செல்களின் செல்லுறைகள் பெரும்பாலும் மெல்லியதாக இருந்தபோதிலும் நுனி ஆக்குத்திசுவின் சில பகுதி களிலுள்ளவைகள் தடிப்புற்ற செல்லுறைகளையும் பிரைமரி குழி களையும் (**primary pit fields**) பெற்றிருப்பதையும் பார்க்கலாம். செல்லிடை வெளிகள் (**inter cellular spaces**) ஆக்குத்திசுவில் சாதாரணமாகக் காணப்படுவதில்லை. செலகளில் செல் பிரிதல்கள்

ஏற்படும்பொழுது என்ஸைம்கள் (**enzymes**) உண்டாகின்றன. மேலே விவரிக்கப்பட்ட இயல்புகள் ஆக்குதிசுவின் ஸெல்களிலெல்லாம் காணப்படுவதாக கூறப்பட்டபோதிலும் இவைகளை அடிப்படையாக கொண்டும். ஒன்று சேர்த்தும், ஒரு ஆக்குத்திசுவை எளிதில் வரையறுக்க முடிவதில்லை. ஏனென்றால் இந்த இயல்புகளெல்லாம் ஆக்குத்திசுக்களைப் பொருத்து வெவ்வேறு அளவில் வேறுபடுகின்றன.

**ஆக்குத்திசுவின் வளர்ச்சி வகைகள் (Growth patterns of meristems):** பொதுவாக ஆக்குத்திசுக்கள் பல வகையான ஸெல் அமைவுகளைப் பெற்றிருக்கின்றன, இந்த வெவ்வேறு வகையான ஸெல் அமைவிற்கு முக்கிய காரணம் அவைகளில் வெவ்வேறு வகையிலேற்படுகின்ற ஸெல் பிரிதல்களும் விரிவடைதலுமாகும். கீழ் நிலையிலுள்ள தாவர இனங்களில் நுனி ஆக்குத்திசு ஒரேஒரு தோற்றுவியைப் பெற்றிருக்கும் (படம் 5.8). ஈக்குவிஸித்தும் (**Equisetum**) ஃபெர்ன்கள் (**Ferns**) ஒரு தோற்றுவியிலிருந்துண்டாகின்ற தோன்றல்கள் எப்பொழுதும் ஒரு ஒழுங்குற்ற முறையில் அமைந்திருக்கின்றன. ஏனென்றால் தோற்றுவியில் ஏற்படுகின்ற ஸெல்பிரிதலும் ஒரு ஒழுங்குற்ற முறையில் ஏற்பட்டுக் கொண்டு வருகின்றது. உயர்ந்த வகை தாவர இனங்களில் நுனி ஆக்குத்திசு பல ஸெல்களினாலாக்கப்பட்டிருக்கின்ற நிலையிலும்,.அதன் ஸெல்களில் ஸெல் பிரிதல்களேற்படும் பொழுதும் ஏறக்குறைய ஒரு ஒழுங்கான முறையில் உண்டாகின்றன (படங்கள் 5.9- 5.12). அதே சமயத்தில் அவைகளில் தாறுமாறாகவோ அல்லது இங்குமங்குமாகவோ ஸெல் பிரிதல்கள் உண்டாவதில்லை.

பக்க ஆக்குத்திசுவின் ஸெல்களில் ஸெல் பிரிதல்கள் உண்டாகும் பொழுது, உறுப்புக்களின் மிக அருகாமையிலிருக்கின்ற பக்கங்களுக்கு இணைப்போக்கில் (**parallel**) அவை ஏற்படுகின்றன. இந்த வகையில் தோன்றுகின்ற தோன்றல்கள் வரிசையாகவும், ஆரப்போக்கிற்கு இணையாகவும் அமைகின்றன. இந்த முறையிலேற்படுகின்ற ஸெல் பிரிதல்களை பெரிக்கிலைனல் பிரிதல் (**periclinal division**) என்று கூறலாம். இந்த பிரிதல் முறை குறிப்பாக வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தின் தோற்றுவிகளிலும், கார்க் கேம்பியத்தின் தோற்றுவிகளிலும் காணமுடியும். உருளையான வேர் தண்டினங்களைப் பொருத்து அவைகளின் பரிதிக்கு இணையாக பிரிதலுண்டாகும்பொழுதும் இந்த பெரிக்கிலைனல் பிரிதல்கள் பரிதிக்கு இணைப்போக்கு பிரிதல்கள் (**tangential divisions**) என்றும் கூறப்படுவதுண்டு. ஆக்குத்திசுவின் ஸெல்களில் வேறு ஒரு முறையிலும் ஸெல் பிரிதல் ஏற்படுகின்றது. ஸெல் பிரிதல் உண்டாகும்பொழுது புதிதாக உண்டாகின்ற தோன்றல்களுக்கிடையே தோன்றுகின்ற

தடுப்புறை (partition wall) ஆக்குத்திசுவின் பரப்பிற்கு செங்குத்தான நேர்கோணத்திலுண்டானல் அந்த பிரிதல் முறை ஆண்டிக்கிலைனல் பிரிதல் (anticlinal division) என்று சொல்லப்படுகின்றது. ஆனல் உருளை வடிவமான வேர், தண்டினங்களை பொருத்தும், அவைகளின் ஆரப்போக்கிற்கிணையாகவும் இந்த ஆண்டிக்கிலைனல் முறையில் பிரிதல் ஏற்பட்டால் அதை ஆரப்போக்கு பிரிதல் (ardial division) என்று கூறப்படுகின்றது. இன்னொரு ஸெல் முறையுமுண்டாகின்ற புதிய ஸெல்களின் தடுப்புறைகள் உயரப்போக்கிற்கு நேர்கோணத்தில் அமையும்படி ஏற்படுகின்ற ஸெல் பிரிதல் குறுக்கு பிரிதல் (transverse division) என்று சொல்லப்படுகின்றது. ஆக்குத்திசுவின் ஸெல்களின் ஸெல் பிரிதல்கள் மேலே கூறப்பட்ட முறைகளில் ஏதாவது ஒன்றின் அடிப்படையில் தனிப்பட்டோ அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முறைகளிலோ ஏற்பட்டு தோன்றல்கள் உண்டாகலாம். இந்த ஸெல் பிரிதல்களின் முறையைப் பொருத்தும் இவைகளினடிப்படையிலும் ஆக்குத்திசுக்களை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்காலம். அவைகளாவன;- 1) அடை ஆக்குத்திசு (mass or block meristem). இந்த வகை ஆக்குத்திசுவில் ஸெல் பிரிதல்கள் மேற் கூறப்பட்ட முறைகளின் மூலமும் எல்லா போக்குகளிலும் (planes) ஏற்படுகின்றன. இதன் விளைவாக கடைசியில் உண்டாகின்றஅமைப்பு சமபக்கங்களை உடையதாகவோ உருண்டையாகவோ அல்லது குறிப்பிட்ட உருவமற்றோ இருக்கும். உதாரணங்கள்:- சிலசெடி இனங்களில் கருக்கள் எண்டோஸ்பர்ம் (endosperm) (2) வரிசை ஆக்குத்திசு (rib or file meristem) இதில் ஸெல் பிரிதல்கள் ஏற்படும் பொழுது உறுப்புக்களின் அல்லது ஸெல் வரிசைகளின் உயரப்போக்கிற்கு நேர் கோணத்தில் தடுப்புறைகள் உண்டாகி தோன்றல்கள் உயரப்போக்கில் வரிசைக்கிரமமாக அடுக்கப்படுகின்றன. இப்படிப்பட்ட ஆக்குத்திசுவில் குறுக்கு பிரிதல்தான் எப்பொழுதும் ஏற்படுகின்றது. உதாரணம்:- வேர், தண்டின் புறணியிலிருக்கின்ற பாரங்கைமா திசுக்கள். (3) தட்டை ஆக்குத்திசு (plate meristem). இதில் ஸெல் பிரிதல்கள் ஆண்டிக்கிலைனல் பிரிதல் முறையில் ஏற்பட்டு அதன் விளைவாக முதலிலிருந்த ஸெல் அடுக்குகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்காமலும், அதே சமயத்தில் அவைகளின் பரப்பு மாத்திரம் விரிவடைந்து கொண்டும் வரும். வேறு வகையில் கூறப்போனல், கடைசியில் தட்டு போன்ற அமைப்பு உண்டாகக்கூடும். உதாரணம்:- ஆஞ்சியோஸ்பர்ம்களின் (angiosperms) இலைகள்.

வேறுபாடுறுதல் (Differentiation):- ஆக்குத்திசுக்களிலிருந்து தோன்றல்களேற்பட்டு அவைகள் படிப்படியாக பலவகையான மாற்றங்களை அடைந்து கடைசியில் குறிப்பிட்ட திசுவின்

அடிப்படை அங்கமாக உண்டாகின்றன என்பதாக முன்னறே தெரிந்து கொண்டோம். இப்பொழுது அவைகளில் ஏற்படு கின்ற மாற்றங்களின் இயல்புகளைக் குறித்தும், போக்குகளைக் குறித்தும் ஏற்படுகின்ற முறைகளைக் குறித்தும் சிறிது தெரிந்து கொள்வது அவசியமாகின்றது. ஒரு வளர்ந்து கொண்டு வருகின்ற செல்லில் முக்கியமாகவும் வெளிப்படையாகவும் காணப் படுகின்ற மாற்றம் அதில் சமமற்ற முறையில் ஏற்படுகின்ற அளவு அதிகரிப்பாகும். சில வகை செல்களில் ஒரு சில, தொடர்ந்து செல் பிரிதல்களை ஏற்படுத்திக் கொண்டும் அவைகளில் வேறு சில வற்றில் பிரிதலேற்படாமல் மேற்கொண்டு விரிவுமட்டும் அடைந்து கொண்டு வருவதையும் பார்க்க முடியும். இதற்கு உதாரணமாக புரோக்கேம்பியல் செல்களையும் அவைகளையடுத்துள்ள பித் (**pith**) புறணி (**cortex**) செல்களையும் கூறலாம். புரோக்கேம்பியத்தின் செல்கள் உயரப்போக்கில் நீளும்பொழுது பித், புறணி செல்கள் அந்த அளவிற்கு நீளுவதில்லை. சமமற்ற செல்பிரிதல்களிஞலும் (**unequal divisions**) அடுத்தடுத்திருக்கின்ற செல்களுக்கிடையே அளவு வேற்றுமை உண்டாகின்றது. உதாரணம் வேர்த்தூவிகளின் (**root hairs**) தோற்றம் (படங்கள் 7.14; 7.17). சில வேளைகளில் செல்களின் அளவு அதிகரிப்பு ஏறக்குறைய சம்மாக ஒத்த அளவில் ஏற்படுவதுண்டு. வேறு சில சந்தர்ப்பங்களில் செல்கள் ஒரு திசை அல்லது பக்கத்தில் மற்ற திசைகள் அல்லது பக்கங்களை விட விரிவடைந்தும் அதன் விளைவாக ஒரு புதிய வடிவத்தை அடையக்கூடும். உதாரணங்கள்: ஃபுளோயம் நார்செல்கள், கிளை யுற்ற தடிப்பு செல்கள் (**branched sclereids**), பால்சுரப்பிகள் (**laticifers**) முதலியன.

ஒரு வளர்ந்து கொண்டுவரும் திசு வேறுபாடுறும்பொழுது அதன் செல்களிலேற்படுகின்ற விரிவும், உருமாற்றமும் அவைகளுக் குள்ளே வெவ்வேறு வகைகளில் மீண்டும் ஏற்படுகின்ற சீர்பாடு கொள்கின்ற தன்மையை (**re adjustment**) பொருத்திருக்கின்றன. இதுபோல் வளர்ந்து வருகின்ற செல்கள் வேறுபாடுறும்பொழுது அவைகளின் செல்லுறைகளின் வளர்ச்சியில் மூன்று வகையான நிகழ்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன. அவைகளாவன: (1) அடுத்தடுத் திருக்கும் செல்களின் செல்லுறைகளின் வளர்ச்சியிஞல் செல் லுறைகளுக்கிடையே பிரிவு ஏற்படாத வகையில் சரிப்படுத்தி கொள் கின்றன. அதாவது ஒன்றின் செல்லுறையுடன் மற்றென்றின் செல்லுறை இணைந்தும் ஒத்தும் சேர்ந்தாற்போல் வளர்ந்து வரக் கூடும் என்று தெரிகின்றது (**symplastic growth**). (2) செல்லுறை கள் பிரிந்து வெவ்வேருக தனிப்படுவதின் மூலம் ஏற்படுகின்ற இடை வெளியில் மற்றொரு வளர்ந்து வருகின்ற செல் சென்று அடை

கின்றது (**intrusive or interpositional growth**) (3) ஒரு குறிப்பிட்ட செல் விரிவடைந்துகொண்டு வரும்பொழுது அத்துடன் இணைந்திருக்கின்ற செல்லின் செல்லுறையின் மேல் படிந்து சருக்கி வளர்ந்து கொண்டு வருகின்றது. இதன் விளைவாக வளர்ந்து கொண்டு வருகின்ற செல் அடுத்தடுத்துள்ள செல்களுடன் புதிது புதிதாக தொடர்பு ஏற்படுத்திக்கொண்டு வளர்கின்றது, (**sliding or gliding growth**). இந்த மூன்று செல்லுறை வளர்முறை நிகழ்ச்சிகளில் முதலாவது முறைக்கு ஒத்த வளர்ச்சி (**symplastic growth**) என்று பெயர். இது சாதாரணமாக பிரைமரி வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கின்ற உறுப்புகளில் பார்க்கலாம். இரண்டாவது செல்லுறை வளர்முறை நிகழ்ச்சியில், ஒரு வளர்ந்து விரிவடைந்து கொண்டு வருகின்ற செல் சூழ்ந்திருக்கும் செல்களினூடே புகுந்து வளர்ச்சியை அடைவதினுல் இதற்கு நுழைவு வளர்ச்சி (**intrusive growth**) என்றும் மேலும் இந்த வளர்ச்சி முறை சம்பந்தப்பட்ட இரு செல்களுக்குமிடையே ஏற்படுவதினுல் இதை இடைநிலை வளர்ச்சி (**interpositional growth**) என்றும் மற்றொரு பெயரால் கூறப்படுகின்றது. இந்த வளர்ச்சி முறைக்கு உதாரணங்களாக ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளையும், பிரைமரி, செகண்டரி நார்செல்களையும், டிரக்கீட்களையும் கூறலாம். இந்த வளர்ச்சி முறை சிறு மாற்றத்துடன் சிலவகை நார்செல்களிலும், தடிப்புற்ற செல்களிலும் ஏற்படுகின்றன. நார்செல்களும், தடிப்புற்ற செல்களும் வளர்ந்து வருகின்றபொழுது அவைகளின் இரு நுனிப்பாகங்கள் மட்டும் வளர்ந்து நீளுகின்ற சக்தியைப் பெற்று குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு பல மடங்கு நீண்டு வளருகின்றன. இந்த வகை வளர்ச்சி முறைக்கு நுனி நுழைவு வளர்ச்சி (**apical intrusive growth**) என்று பெயர். செல்லில் நுனி நுழைவு வளர்ச்சி ஏற்படும்பொழுது அதைச் சூழ்ந்திருக்கின்ற செல்கள் ஓரளவிற்கு பாதிக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, இந்த வகையில் வளர்ந்து நீண்டு கொண்டிருக்கும் செல்களின் நுனிப் பாகங்கள், நுனிப்பாகங்களை அடுத்திருக்கும் இரு செல்களின் இடைப்பட்ட செல்லுறைப் பொருளை (**intercellular material**) பிரிவுறும்படி செய்து முன்னேறிக் கொண்டிருக்கின்றன. மேலும் இதனுல் பிரைமரி செல்லுறைகள் பிரிக்கப்படுகின்றன.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட மூன்றாவது வகை வளர்ச்சி முறையை சருக்கு அல்லது வழுக்கு வளர்ச்சி (**gliding or sliding growth**) என்று 19 ஆம் நூற்றூண்டின் இறுதியிலிருந்த விஞ்ஞானிகள் கண்டு பிடித்து அதற்கு இந்த பெயரிட்டிருக்கின்றூர்கள். இதன் அடிப்

படையில் ஆராய்ந்தால் இரு செல்கள் அடுத்தடுத்து இருக்கும் பொழுது வளர்ந்து விரிவடைந்து கொண்டு வரும் செல்லினுடைய உறையின் பெரும் பகுதி மற்றதின் மேல் படிந்து அதன் பரப்பை மென்மேலும் விரிவுபடுத்திக் கொண்டும் வழுக்கி அல்லது சுருக்கிக் கொண்டும் வளருகின்றது. இந்த மூன்று வகையான செல் லுறை வளர்ச்சி முறையின் நிகழ்ச்சிகளின் மூலமாக வளர்ந்து வருகின்ற செல்களுக்கிடையே சீர்படுத்தி கொள்கின்ற வழிவகை களிலிருந்த போதிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட வளர்ச்சி முறையின் அடிப் படையில் மட்டுந்தான் இது ஏற்படுகின்றது என்று உறுதியாக கூறிவிட முடியாது. ஏனென்றால், இந்த மூன்று முறைகளும் செல்கள் சீர்படுத்திக் கொள்கின்ற வகையில் வெவ்வேறு அளவிற்கு வெவ்வேறு நிலையில் ஏற்படக்கூடும் என்று நம்பப்படுகின்றது. மேலும் இது வளர்ந்து வருகின்ற செல்களின் வகைகளைப் பொருத்தும் மாறுபடுவதாக தெரிகின்றது.

## நுனி ஆக்குத்திசுக்கள் (Apical meristems)

**வரையறையும் இலக்கணமும் (Delimitation and Definition) :** நுனி ஆக்குத்திசுக்களைக் குறித்து ஏராளமான ஆராய்ச்சிகள் சமீபகாலத்தில் நடந்திருக்கின்ற போதிலும் இவைகளை வரையறுக் கின்ற அடிப்படையிலும் இலக்கணத்திலும் பல்வேறு கலைச்சொற் களும் அவைகள் செயல்படுகின்ற முறை (*modus operandi*) முதலி யவைகளைக் குறித்து மாறுபட்ட கருத்துக்களும் கோட்பாடுகளும் உலவி வருகின்றன. நுனி ஆக்குத்திசு என்ற சொல்லை செல் பிரிதல்கள் ஏற்படுகின்ற நுனிப்பகுதிகளையும் அவைகளை அடுத்துண் டாகி இருக்கும் தோன்றல்களையும் மட்டும் குறிப்பதற்கு உபயோகப்படுத்துவது ஒரு சாரார் கருத்தாக இருந்த போதிலும் மற்றொரு வகையில் பரந்த நோக்குடன் பார்க்கும்பொழுது தண்டு, வேர், நுனிப்பாகங்களுக் கீழாக இருக்கும் வெவ்வேறு ஆழத் திலிருக்கின்ற பகுதிகளையும் ஒன்று சேர்த்து கூற வேண்டிய நிலையும் ஏற்படுகின்றது. ஆனால், இந்த முறையில் வரையறுக்கும்பொழுது ஒரு சிக்கல் ஏற்படுகின்றது. எந்த அடிப்படையில் நுனிப்பாகங் களின் உயரத்தை அளப்பது என்ற வகையில் மாறுபட்ட கருத்து இருந்துவருகின்றது. இருந்தபோதிலும் நடை முறையில் நுனி ஆக்குத் திசுக்களின் உயரத்தை குறிப்பதற்கு நுனிப்பாகங்களிலிருக் கின்ற இலைமுட்டு அல்லது ஆதாரத்தை (**leaf primordia or buttress**) அடிப்படையாகக் கொண்டு இந்த இலை மூலத்திற்கு மேலிருக்கும் நுனிப்பகுதியை மட்டும் அளந்து அதை தண்டு நுனிகள் என்று வரையறுப்பது நடைமுறையில் கையாளப்படுகின்ற தொரு பழக்கமாக இருந்து வருகின்றது. தண்டின் நுனிப்

பாகங்களைக் கூர்ந்து மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியைக் கொண்டு பார்த்தால் அவைகளின் பக்கங்களில் இலை மூலங்கள் வெவ்வேறு அளவினையும் வடிவினையுமுடையதாக இருக்கின்றன. இப்படிப்பட்ட மூலங்களில் மிக மிகச் சிறிய மூலமாகத் தெரிகின்ற ஒன்று இதற்காக தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது. இப்படி இலை சிறு முடிச்சாக காணப்படுகின்ற மூலத்திற்கு இலைமுட்டு (**foliar or leaf buttress**) என்று பெயர். தண்டின் நுனிப் பாகங்களின் வடிவத்தை பார்க்கும்பொழுது அவைகள் அரை வட்ட வடிவமாகவும் அல்லது சிறிது தாழ்த்தப்பட்டு சிறு பள்ளமாகவும் அல்லது குவிந்து கோபுரம் போன்ற தோற்றத்தையும் பெற்றிருக்கின்றன. புறஅமைப்பு இயலில் (**morphology**) இந்த பாகத்தையும் இதைச் சூழ்ந்திருக்கின்ற இலை முட்டுக்கள், இலை மூலங்கள், இளம் இலைகள் முதலியவைகளையும் கண்ணுக்கு எளிதில் புலப்படாத அளவில் உள்ள தண்டின் நுனிப் பாகத்தையும் ஒன்று சேர்த்து நுனி மொட்டு (**terminal or apical bud**) என்றும், இந்த பாகம் ஒவ்வொரு செடியின் வளர்ச்சிக்குக் காரணமாக இருப்பதினால் இதை வளர்நுனி (**growing point**) என்றும் கூறப்படுகின்றன. வளர்ச்சியின் அடிப்படையிலும் அதன் மூலம் ஏற்படுகின்ற மாறுதல்களின் அடிப்படையிலும் நுனி மொட்டுக்களை மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியைக் கொண்டு கூர்ந்து கவனிக்கும்பொழுது இவைகள் ஒவ்வொரு செடியினத்தைப் பொருத்த மட்டில் இன்றியமையாத பாகமாகவும் அது ஒரு செயல் விரைவுடைய (**dynamic**) பாகமாகவும் கருதப்படுகிறது. நுனி ஆக்குத்திசுவின் நுனி இறுதியில் (**distal end**) இருக்கின்ற திசு அடுக்குக்களும் அதிலிருந்து மிக அண்மையில் உண்டாகி அடுத்து இருக்கின்ற பகுதியும் ஏற்கெனவே கூறியபடி புரோட்டோமெரிஸ்டம் அல்லது மெட்ராமெரிஸ்டம் (**protomeristem or metrameristem**) என்று கூறப்படுகின்றது. இது சம்பந்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளில் புரோமெரிஸ்டம் (**promeristem**) என்ற வேறு ஒரு சொல்லும் வழக்கத்தில் இருந்து வருகிறது. ஆனால் புரோமெரிஸ்டம் என்பது ஆக்குத்திசுவின் தோற்றுவிகளை மட்டும் குறிப்பதனாலும் தோன்றல்களின் திரள்களை இதில் சேர்த்து கூறப்படாததினாலும் புரோமெரிஸ்டம் என்ற சொல் புரோட்டோமெரிஸ்டம் அல்லது மெட்ராமெரிஸ்டம் என்ற சொல்லுக்கு நிகரானதல்ல என்று கருதப்படுகின்றது. மற்றொரு முக்கியமான உண்மை என்னவென்றால் வளரும் நுனிபாகத்தில் ஆக்குத்திசுவின் முக்கியமான இயல்பிற்கும் இலக்கணத்திற்கும் தக்கபடி செல் பிரிதல்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு ஏற்படுவதாக கருதப்பட்டாலும் சில சமயங்களில் இந்தப்பகுதிக்கு உட்புறமாக கீழ்நோக்கி இருக்கின்ற பகுதிகளில் தான் இன்னும் அதிக அளவில் செல் பிரிதல்கள் (முன்னதை விட) ஏற்படுகின்றன. இதுபோல வளர்ச்சி

என்பதை செல்களின் எண்ணிக்கை, அளவு, அதிகரிப்பு என்ற அடிப் படையில் வளரும் நுனிப்பாகத்தை கூர்ந்து கவனித்தால் இதில் ஏற்படக்கூடிய விரிவுக்கு மேலாக ஆக்குத்திசுவின் தோன்றல்களில் தான் அதிக அளவில் ஏற்படுகின்றது.

தோற்றுவி (initial) என்பது செல் பிரிதலின் மூலம் தோன்றல் களை தோற்றுவிப்பதும் இவ்வாறு தோற்றுவித்த பிறகு அது மீண்டும் தோற்றுவியாக திரும்பி விடுவதுமான ஓர் உயிருற்ற செல்லாகும். சமீப காலத்தில் ஆக்குத்திசுவில் உள்ள தோற்றுவி களைக் குறித்து ஆராயும்பொழுது இவைகள் தோற்றுவிகளாக இருந்து செயல்படுவது அவைகள் புரோட்டோமெரிஸ்டம் அல்லது மெட்ராமெரிஸ்டத்தில் அமைந்திருக்கின்ற இடங்களை பொருத் திருப்பதாகவும், அப்படி ஏதாவது ஒரு சூழ்நிலையில் இந்த தோற்றுவிகள் அவைகளுக்குரித்தான இடங்களை விட்டு நகர்ந்து விடும்பொழுது அவைகள் வேறுபாடுற்று ஏதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட திசுவின் செல்களாக மாறிவிடுகின்ற நிலையும் ஏற்படுகின்றது. இதிலிருந்து தெரிகின்ற உண்மை என்னவென்றால், ஒரு தோற்றுவி என்பது சாதாரண உயிருற்ற செல் என்றும் அது தோற்றுவியாக செயல்படுவது அதற்கே உரித்தான இயல்புகளைப் பெற்றிருப்ப தனால் மட்டுமல்ல என்றும் அது ஆக்குத்திசுவில் அமைந்திருக்கின்ற குறிப்பிட்ட இடத்தைப் பொருத்திருக்கின்றது என்பதுமாகும்.

வேர், தண்டு நுனிகளில் இருக்கின்ற தோற்றுவிகளின் எண்ணிக்கையின் அளவு தாவர இனப்பிரிவுகளைப் பொருத்து மாறு கின்றது. உதாரணமாக எல்லா வாஸ்குலர் கிருப்தோகாம்ஸ் (vascular cryptogams)களில் ஒரே ஒரு செல்தான் நுனிப்பாகத்தில் தோற்றுவியாக அமைந்திருக்கின்றது (படம் 5.8). ஆனால் கடைநிலை அல்லது சில வேளைகளில் உயர்நிலையிலுள்ள தாவர இனங்களில் பல தோற்றுவிகள் ஒன்று சேர்ந்து அமைந்திருக்கின்றன (படங்கள் 5.9-5.12). நுனிப்பாகத்தில் ஒரே ஒரு செல் அமைந்திருக்கும் பொழுது அது அதனுடைய தோன்றல்களிலிருந்து முற்றிலும் மாறு பட்டிருப்பதினால் இது நுனி செல் (apical cell) என்று கூறப்படு கின்றது. அதே சமயத்தில் தோற்றுவிகள் பலவாக ஒன்று சேர்ந்து நுனிப்பாகத்தில் அமைந்திருக்கும்பொழுது அவைகளை நுனித் தோற்றுவிகள் (apical intials) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. மேலும் நுனித் தோற்றுவிகள் அடுக்குற்றும் அடுக்குகளின் எண்ணிக்கையை இனத்திற்குத்தக்கவாறு மாறுபெற்றிருப்பது முண்டு. உதாரணமாக நுனித் தோற்றுவிகளின் அடுக்கு ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அடுக்காகவும் இருக்கலாம்.

நுனி கூட்டு அமைப்பு முறையின் வரலாறும் கோட்பாடுகளும் (theories of apical organization) வரலாற்றின்படி பார்க்கும் பொழுது உல்ஃப் (Wolf) என்பவர் 1759 ஆம் ஆண்டில் மொட்டுக்களின் வளர்ச்சியைக் குறித்து ஆராய்ந்தபொழுது புதிதாக இலைகளும் தண்டினத்தின் திசுக்களும் தண்டின் நுனிப்பாகத்திலிருந்து உண்டாகின்றன என்ற உண்மையை கண்டறிந்தார். இவைகளைத் தோற்றுவிக்கும் பகுதிக்கு "புங்க்தும் வெஜிதாதியோனிஸ்" ("Punctum vegetationis") என்ற பெயரை இட்டார். இந்த இலத்தீன் சொற்களை மொழிபெயர்த்து பார்க்கும்பொழுது இது "வளருகின்ற நுனி" என்ற பொருளைக் கொடுக்கின்றது. இவர் மேலும் இதைக் குறித்து கூறியிருப்பதாவது; இந்தப் பகுதி எப்பொழுதும் ஒரு முழு வளர்ச்சியை அடையாமலிருந்து அதே சமயத்தில் அதிலிருந்து செடியின் வளர்ச்சியேற்படுகின்றது என்ற உண்மையையும் முதன் முதலாக கண்டறிந்தார்.

இந்த கண்டுபிடிப்பிற்கு அடுத்தபடியாக ஆல்ஜி (algae) மாஸஸ்களின் (mosses) நுனிப் பாகத்தில் ஒரு பெரிய தனிப்பட்ட நுனி ஸெல்லிலிருந்து புதிதாகத் தோன்றல்கள் உண்டாகின்றன என்ற கோட்பாட்டை நாகெலி (Nageli) என்பவர் 1845 ஆம் ஆண்டு வெளிப்படுத்தினர். இந்த கோட்பாட்டிற்கு நுனி ஸெல் கோட்பாடு (apical cell theory) என்று பெயர். இதில் அடங்கியிருக்கின்ற உண்மையை அந்தக் காலத்தில் இருந்தவர்கள் நம்பியது மட்டும் அல்லாமல் உயர்ந்த இனத் தாவரங்களின் வளர்ச்சியும் இது மாதிரி தனிப்பட்ட ஒரு ஸெல்லினுல் தான் ஏற்படுகின்றது என்ற கருத்தையும் ஒத்துக் கொண்டார்கள். 1852 ஆம் ஆண்டு ஹாஃப்மெய்ஸ்டர் (Hofmeister) என்பவர் ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் நுனி ஆக்குத்திசுவின் அமைப்பைக் குறித்து முதன் முதலாக விவரித்தார். இருந்த போதிலும், நாகெலி (Nageli) கூறியது போல் இவரும் நுனி ஸெல் கோட்பாட்டின்படி தான் ஸோஸ்த்திரா மரினு (Zostera marina) ஆஸர் (Acer) ஃபிராக்ஸீநுஸ் (Fraxinus) என்ற இனங்களில் திசு வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது என்று விளக்கியிருக்கின்ருர். மேலும் இந்த இனங்களின் நுனி ஸெல்கள் ஆப்பைப் போன்றும் (cuneiform) அல்லது நான்கு பக்கங்களை உடையதாகவும் (tetrahedral) இருக்கின்றதாக கூறியிருக்கின்ருர். மேலும் இவருடைய கருத்தின்படி மேற்கூறப்பட்ட வகையில் வாஸ்குலர் கிரிப்தோகாமஸ்கள் முதல் ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்கள் ஈருக எந்தவித வேறுபாடும் இல்லை என்றும், இவைகளில் எல்லா ஸெல்களும் அவைஅவைகளில் தனிப்பட்ட நுனிஸெல்களில் இருந்துதான் தோன்றுகின்றன என்றும் கூறி தாவரப் பிரிவுகளுக்கிடையே உள்ள அடிப்படையான ஒற்றுமையை எடுத்து

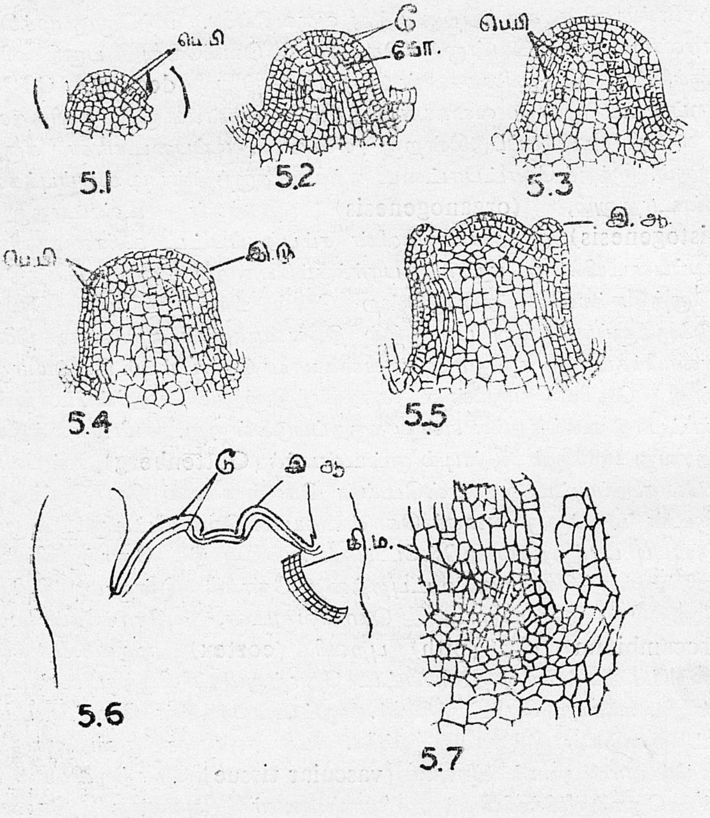
விளக்கியிருக்கின்றார். இந்தக் கோட்பாடு குறிப்பாக ஜிம்னோஸ்பர்ம்களைப் பொருத்தமட்டில் ஒப்புக்கொள்ள முடியாது என்று நுண்ணறிவு கொண்ட ஸ்ட்ராஸ்பர்கரு (**Strasburger**)ம், குரூம் (**Groom**) என்பவரும் பிற்காலத்தில் மறுத்துக் கூறி தங்களுடைய கோட்பாட்டை நிலை நாட்டி இருக்கின்றார்கள்.

மேற்கூறப்பட்ட கோட்பாடுகளுக்கு அடுத்தபடியாக ஹான்ஸ்டெய்ன் (**Hanstein**) என்பவர் 1868-ஆம் ஆண்டில் தனது ஹிஸ்டோஜன் கோட்பாட்டை (**Histogen concept**) வெளியிட்டார். இவருடைய ஆராய்ச்சியில் 46 பேரினங்களைச் சேர்ந்த செடிகளின் தண்டு நுனிகளைப் பயன்படுத்தி கீழ்க்கண்டவாறு அவரது கொள்கையை விளக்கியிருக்கின்றார். ஒரு செடியின் உறுப்புக்கள் தண்டின் நுனி மேல்பரப்பு அடுக்கிலிருந்து (**superficial layer**) உண்டாவதில்லை என்றும் அதற்கு பதிலாக தண்டு நுனி பாகத்திற்குட்புறமாக குறிப்பிடத்தக்க தூரத்தில் தொகுப்பாக அல்லது கூட்டாக அமைந்திருக்கின்ற ஆக்குத் திசுவிலிருந்து உண்டாக்கப்படுகின்றது என்றும் கூறியிருக்கின்றார். இந்த உட்புற பகுதியில் இருக்கின்ற ஆக்குத்திசுவில் மூன்று வகையான ஹிஸ்டோஜன்கள் (**histogens**) அல்லது திசுத்தோற்றுவிகள் (**tissue formers**) இருக்கின்றன. இந்த ஹிஸ்டோஜன்கள் தோற்றத்தின் வாயிலாகவும் வளர்ச்சி முறைப் போக்கைப் பொருத்தும் வேறுபாடுற்று மூன்று வகைளாக பிரிக்கப் படுகின்றன. வெளிப்புறமாக இருக்கின்ற டெர்மட்டோஜன் (**dermatogen**) கிரேக்க மொழியிலிருந்து வந்த சொல்லாகும். இதற்கு தோலை உண்டாக்கக்கூடியது என்று பொருள். புறத் தோலின் மூலத்தை கொடுக்கக் கூடியது. பெரிப்ளம் (**periblem**) இதற்கு உடை அணிவித்தல் என்று கிரேக்க மொழியில் பொருள். இது புறணி பாகத்தை தோற்றுவிக்கின்றது. பிளிரோம் (**plerome**) என்பதற்கு நிரப்புவது என்று கிரேக்க மொழியில் பொருள். இது தண்டினுள்ளும் மையத்திலிருக்கும் பாகத்தை உண்டாக்கவல்லது. இந்த மூன்று வகை திசுத் தோற்றுவிகளில் டெர்மட்டோஜனும், பெரிப்ளமும், பிளிரோம் என்ற வகைக்கு உறைகளாக (**mantle**) இருந்து பிளிரோமை சூழ்ந்தமைந்திருக்கின்றன. டெர்மட்டோஜன், பெரிப்ளம், பிளிரோம் இவைகளின் ஒவ்வொரு அடுக்கும் (**layer**) ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பல தோற்றுவிகளிலிருந்து உண்டாகின்றன. இந்தத் தோற்றுவிகள் ஒவ்வொன்றாக உயரப் போக்கில் நுனி ஆக்குத்திசுவின் நுனி இறுதி பாகத்தில் வரிசைக் கிரமமாக அமைந்திருக்கின்றன. இவ்வாறாக பல உதாரணங்களை ஆராய்ந்து கண்ட முடிவு சில வழிகளில் காணப்படுகின்ற குறைபாடுகளினால் தற்காலத்தில் இந்தக் கொள்கையில் குற்றம் காணப்பட்டு

கைவிடப்பட்டிருக்கின்றது. ஏனென்றால், பிளிரோம், பெரிப்ளம் என்று சொல்லப்படுபவைகள் அநேக வேர்களில் காணப்பட்டாலும் தண்டைப் பொருத்தமட்டில் இந்த அடுக்குகளை சரியாக வரையறுக்க முடிவதில்லை. அப்படியே ஏதாவது ஒரு நிலையில் வரையறுக்கப்பட்டாலும் அவைகளின் செயல்கள் முறையே ஹான்ஸ்டினின் கருத்திற்கு ஒத்து வருவதில்லை. மற்றொரு முக்கிய காரணம் என்னவென்றால் செடியின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் இருக்கின்ற திசு வகைகளின் எதிர்காலநிலை (destiny) மேலே கூறப்பட்ட மூன்று வகையான ஹிஸ்டோஜன்களினால் தனித்தனியாக நிர்ணயிக்கப்படுகின்றது என்ற அடிப்படையான கருத்தாகும். இந்தக் கோட்பாட்டை தற்கால கருத்தின்படி உறுப்புக்கள் உண்டாதலும், (organogenesis) திசுக்கள் உண்டாதலும் (histogenesis) முதலியவைகளின் சம்பந்தப்பட்ட உண்மைகளின் அடிப்படையில் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது ஒரு பக்கத்தில் ஆக்குத்திசுக்களில் ஏற்படுகின்ற ஸெல் பிரிதல்களுக்கும் ஸெல் அடுக்குகளுக்கும் மறு பக்கத்தில் திசுவகைகளின் எதிர்கால நிலை நிர்ணயிக்கப்படுவதற்கும் எந்த வகையான தொடர்பும் கிடையாது என்று தெரிய வருகின்ற காரணத்தினாலும் ஹிஸ்டோஜன் கோட்பாடு உகந்ததல்ல என்று கருதப்படுகின்றது. சமீபகாலத்தில் அதாவது 1960ஆம் ஆண்டில் குட்டன்பர்க் (Guttenberg) என்பவர் மேலே கூறப்பட்ட ஹான்ஸ்டெய்ன் கொள்கையை சில திருத்தங்களுடன் மற்றொரு வகைக் கொள்கையாக வெளியிட்டிருக்கின்றார் இதன்படி பார்த்தால் ஹிஸ்டோஜன் அல்லது திசு தோற்றுவிகளை நுனி ஆக்குத்திசுவிற்கு உட்புறத்தை நோக்கி இன்னும் சிறிது ஆழத்தில் இருப்பதாகக் கொள்வதுடன், புரோக்கேம்பியம் (procambiuim) பித் (pith) புறணி (cortex) முதலியவைகள் முறையே வெவ்வேறு தனிப்பட்ட தோற்றுவிகளிலிருந்து உண்டாகின்றன என்றும் கூறியிருக்கிறார். குட்டன்பர்க்கின் கோட்பாட்டிலும் குறைகள் இல்லாமல் இல்லை. உதாரணமாக நுனி ஆக்குத்திசுவில் வாஸ்குலார் திசுவை (vascular tissue) தோற்றுவிக்கின்ற திசு தோற்றுவிகளிலிருந்து வாஸ்குலார் அல்லாத திசுவை (non vascular tissue) ஏற்படுத்துகின்ற திசு தோற்றுவிகளை எளிதில் பிரித்து வரையறுக்க முடியாது.

இதுவரையில் நுனி அமைப்பு முறையைப் பொருத்து மூன்று முக்கியமான அதாவது நுனி ஸெல் கோட்பாடு (apical cell theory) ஹிஸ்டோஜன் கோட்பாடு (histogen theory) குட்டன் பர்க் கோட்பாடு என்பவைகளைக் குறித்து தெரிந்து கொண்டோம். இப்பொழுது நான்காவதாக ஸிக்மிட்டின் (Schmidt) கோட்பாடான டூனிக்கா-கோர்ப்புஸ் கோட்பாட்டைக் (Tunica-Corpus

**theory**) குறித்து கவனிப்போம். இந்தக் கோட்பாட்டை 1924ஆம் ஆண்டில் ஸ்கிமிட் (**Schmidt**) என்பவர் வெளியிட்டார். இந்த கோட்பாட்டின்படி நுனி ஆக்குத்திசுவில் இரு முக்கியமான திசு மண்டலங்கள் (**tissue zones**) இருக்கின்றன இந்த இரு மண்டலங்



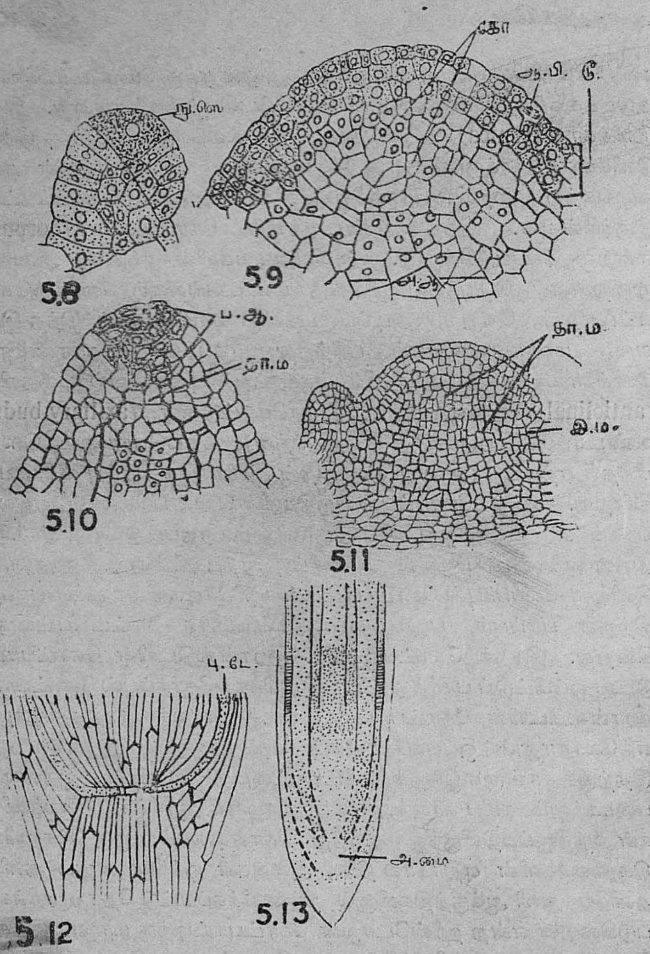

படம் 10

படங்கள் 5.1—5.5. ஹிப்பரிகம் உராலும் (**Hypericum uralum**) ஒரு பிளாஸ்டோகுரோனின் வெவ்வேறு நிலைகளில் நுனி ஆக்குத்திசுவின் அமைப்பிலும், உருவத்திலும் ஏற்படும் மாற்றங்கள்.

படம் 5.6. ஸிரிங்கா வுல்காரிஸ் (**Syringa vulgaris**) தண்டு நுனி ஆக்குத்திசு (X 169)

படம் 5.7. உருளைச் செடியின் இலைக் கோண மொட்டு தோன்றும் விதம் (X 169)
பெ.பி. பெரிகிலைனல் பிரிதல்; டு. டுனிக்கா; கோ. கோர்ப்புஸ்; இ.மு. இலை முட்டு; இ.ஆ. இலை ஆதாரம்; கி.ம. கிளிஞ்சல் மண்டலம்

களில் வெளியிலிருப்பது ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட செல் அடுக்குகளை ஒரு ஒழுங்கு முறையுடன் பெற்றிருக்கின்றது. இது டூனிக்கா (tunica) அடுக்கென்று சொல்லப்படுகின்றது. இந்த டூனிக்கா அடுக்கு(களை) அடுத்து செல் தொகுப்புக்கள் ஒரு ஒழுங்கற்ற முறையில் அமைந்து டூனிக்கா அடுக்கினுல் மூடப்பட்டு இருக்கின்றன. இந்த மண்டலத்தை கோர்ப்புஸ் (corpus) என்றழைக்கப்படுகின்றது. அவைஅவைகளின் செல் அமைவு முறைகளைப் பொருத்து இவ்விரு மண்டலங்களும் வரையறுக்கப் பட்டாலும், வேறு சில அடிப்படைகளின் வாயிலாகவும் இந்த இரு வகை மண்டலங்களையும் பிரித்தறிய முடியும். உதாரணமாக டூனிக்கா அடுக்கில் செல் பிரிதல்கள் ஆண்டிக்கிலைனல் முறையில் (anticlinal) [இலைகளையும் கோணமொட்டுகளை (axillary buds) உண்டாக்குகின்ற பகுதிகளை தவிர்த்து] எப்பொழுதும் செல் பிரிதல் ஏற்பட்டு (படம் 5.9). அதன் விளைவாக பரப்பு விரிவடை கின்றது. ஆனுல் கோர்ப்புஸ் பகுதிகளில் செல் பிரிதல்கள் எல்லா பக்கங்களிலும் அல்லது போக்குகளிலும் ஏற்பட்டு (படம் 5.9), அதன் விளைவாக பருமன் அதிகரிப்பு ஏற்படுகின்றது. ஆதலால் டூனிக்கா-கோர்ப்புஸ் கோட்பாட்டின்படி செடிகளின் நுனிப்பாகத் திற்குள் பரப்பும், பருமனும் அதிகரிப்பதாக காட்டப்பட்டிருக் கின்றது. இந்தக் கோட்பாட்டை ஹான்ஸ்டெயின் கோட்பாட் டுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது டூனிக்கா-கோர்ப்புஸ் கோட்பாடு ஹான்ஸ்டெயின் கோட்பாட்டை விடச் சாலச் சிறந்ததாகவும், எல்லோராலும் ஒப்புக்கொள்ளக் கூடியதாகவும் இருக்கின்றது. இதற்குச் சான்ருக இந்தக் கோட்பாட்டைத் தழுவியும், இதனடிப் படையிலும் சமீப காலங்களில் ஏராளமான ஆராய்ச்சி வெளியீடு கள் வந்திருப்பதிலிருந்து அறிந்து கொள்ளலாம். ஒரு செடியின் திசு வகைகளின் எதிர்கால நிலை, அவைகள் ஒவ்வொன்றும் தனித் தனியே நுனி ஆக்குத்திசுவினுல் நிர்ணயிக்கப்பட்டு தோற்றுவிக்கப் படுகின்றன என்ற ஹிஸ்டோஜன் கோட்பாட்டிற்கு மாருக இந்தக் கோட்பாடு அமைந்திருக்கின்றது. மேலும் ஒரு செடி இனத்தில் திசு உற்பத்தி முறை (histogenesis) உறுப்பு உற்பத்தி முறை (organogenesis) என்பவைகளில் நுனி ஆக்குத்திசுவின் தோற்றுவி களில் ஏற்படுகின்ற செல் பிரிதலுக்கும் தோன்றல்களின் அமைப்பு முறைக்கும் எந்தவித சம்பந்தமும் கிடையாது என்ற கருத்து தற்காலத்தில் உலவி வருகின்றது. மேலே விவரித்த படி, டூனிக்கா அடுக்குகளில் (tunica layers) ஆண்டிக்கிலைனல் பிரிதல்கள் ஏற்படுகின்றனவென்றும் இதன் விளைவாக பரப்பு அதிகரிக்கின்றது என்பதாகப் பார்த்தோம். இந்த உண்மை ஒரு புறமிருக்க டூனிக்கா அடுக்குகளை எவ்வாறு வரையறுக்க முடியும் (delimitation) என்பதைக் குறித்து மாறுபட்ட கருத்துக்கள்




படம் 11.

படம் 5.8. ஈக்குவிஸித்தும் (**Equisetum**) தண்டு நுனியின் நீள் வெட்டுத் தோற்றம்.

படம் 5.9. கோலியுஸ் புளுமியை (**Coleus blumei**) தண்டு நுனி ஆக்குத்திசு ( X 338) ஆண்டிக் கிலைனல் ஸெல் பிரிதலை டூனிக்கா அடுக்கில் பார்க்கவும்.

படம் 5.10. ஸிக்கோயா ஸெம்பர்விரன்ஸ் (**Sequoia sempervirens**) தண்டு நுனி ஆக்குத் திசு.

படம் 5.11. ஒபுந்தியா ஸிலிண்டிரிக்கா (**Opuntia cylindrica**) தண்டு நுனி ஆக்குத் திசு.

படம் 5.12. ஜியா மெய்ஸ் (**Zea mays**) கூர்ப்பர் காப்பே கோட்பாட்டினை விளக்கும் வேர் நுனி ஆக்குத் திசுவின் அமைப்பு.

படம் 5.13. அல்லியும் ஸீபா ( **Allium cepa**) வேர் நுனி ஆக்குத் திசுவின் தோற்றமும் அதில் அமைந்துள்ள அமைதி மைய மண்டலமும்.

நு'ஸெ. நுனி ஸெல்; டு. டூனிக்கா; அ.ஆ. அடுக்கு ஆக்குத் திசு; கோ. கோர்ப்புஸ்.

ப.ஆ. பரப்பு ஆக்குத்திசு; தா.ம. தாய் ஸெல் மண்டலம்; இ.ம. இடைப்பட்ட மண்டலம்; பு.டே. புரோட்டோடர்ம்; அ.மை. அமைதி மைய மண்டலம்.

இருந்து வருகின்றன. ஒரு கருத்தின்படி டூனிக்கா அடுக்குகள் என்பது ஆண்டிக்கிலேனல் பிரிதல்கள் மட்டும் எப்பொழுதும் ஏற்பட்டு இலேமூட்டு அல்லது மூலத்தின் மேல்பகுதியிலிருக்கின்ற பாகத்தை மட்டும் குறிப்பிடுவதாகும். அதே சமயத்தில் இப்படி வரையறுக்கப்பட்ட பகுதிகளில் அடுக்குற்ற நிலேயிலிருப்பதற்கு மாருக எப்பொழுதாவது பெரிக்கிலேனல் பிரிதல்கள் ஏற்படுமானுல் அப்பொழுது அப்படிப்பட்ட அடுக்குகளே அடுக்குற்ற கோர்ப்புஸ் என்றுகூறி அதை கோர்ப்புஸ் பகுதிகளில் சேர்த்துக் கூறப்படுவது (அடிப்படைக் கருத்துக்கு மாருக) மற்ரெரு முறையாகும். ஆனுல் இந்த டூனிக்கா அடுக்குகளே ஒரு பரந்த நோக்குடன் **(broad sense)** ஆராயும்பொழுது இவைகளின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்த மட்டில் மாறுகின்ற நிலேகளிலும் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட டூனிக்கா அடுக்குகளில் சில வேலேகளில் பெரிக்கிலேனல் பிரிதல்களேற்படுவதும் கோர்ப்புஸ் என்ற பகுதி சேர்ந்து விடுவதும் காணப்படுகின்றன. மற்ரெரு வகையில் பார்க்கும்போது நுனிப் பாகங்களில் மத்தியில் இருக்கின்ற பகுதியை கோர் **(core)** என்றும், இதைச் சூழ்ந்திருக்கின்ற வெளி அடுக்கு அல்லது அடுக்குகளே மேண்டில் **(mantle)** என்றும் ஒரு சாரார் கூறுகின்றனர். இதன்படி மேண்டில், டூனிக்கா என்ற பகுதிக்குப் பதிலாகவும் கோர் கோர்ப்புஸ் என்ற பகுதிக்கு பதிலான சொற்களாக மதிக்கப்படுகின்றன. இதற்கு அடிப்படை காரணம் டூனிக்கா என்ற பகுதியில் எப்பொழுதும் ஆண்டிக்கிலேனல் பிரிதல்கள் ஏற்படாமல் சில வேளேகளில் குறிப்பிட்ட உதாரணங்களுக்கு தக்கவாறு பெரிக்கிலேனல் பிரிதல்களும் ஏற்படுவதாகும். ஆதலால் இந்த செல் பிரிதல்களின் அடிப்படையில் மாத்திரம் நுனி அமைப்பு முறையை டூனிக்கா-கோர்ப்புஸ் கோட்பாட்டின்படி கூறுவதற்குப் பதிலாக மேண்டில் கோர் என்று பொதுப்படையாக ஒன்றுக்கொன்றுடன் காணப்படுகின்ற வெளிப்படையான தோற்றத்தினடிப்படையில் கூறுவது பொருத்தமானதாக ஒரு சிலர் கூறுகின்ருர்கள். எப்படியிருந்த போதிலும் இந்த டூனிக்கா-கோர்ப்புஸ் கோட்பாடு ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் தண்டின் நுனிகளின் வளர்ச்சியைக் குறித்து அறிந்து கொள்வதற்கும், விவரிப்பதற்கும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் படிப்பிணேகளுக்கும் பெரிதும் பயன்படக்கூடிய ஒரு சிறந்த கோட்பாடாகக் கருதப்பட்டு வருகின்றது.

டூனிக்கா-கோர்புஸ் கோட்பாடு ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் தண்டு நுனிபாகங்களேப் பொருத்து கண்டுபிடிக்க பட்டதாகையால் இந்தக் கோட்பாடு பெருவாரியான ஜிம்னேஸ்பர்ம்களில் தண்டு நுனிகளின் அமைப்பு முறையைக் குறித்து அறிந்து கொள்வதற்கும், விவரிப்பதற்கும் உகந்ததல்ல என்று சொல்லப்படு

கின்றது குறிப்பாக ஜிம்னேஸ்பர்ம்களின் தண்டு நுனிப்பாகங்களிலுள்ள ஆக்குத்திசுவின் செல்களை குறிப்பிட்ட வகை செல் பிரிதல்களின் அடிப்படையில் பிரித்தறிவதுடன் அவைகளில் காணப்படுகின்ற செல்லியல் - திசுவியல் (cyt-ohistological) தன்மைகளில் காணப்படுகின்ற வேறுபாடுகளின் அடிப்படையிலும் செல் தொகுப்புகளின் செயலினளவிற்குத் தக்கவாறும் பல மண்டலங்களாக (zones) பிரிக்கப்படுவது பலனளிப்பதாக தெரிகின்றது. உதாரணமாக நுனி ஆக்குத்திசுவை பொதுவாக, மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். 1. நுனி இறுதி ஆக்ஸியல் மண்டலம் (distal axial zone) என்றும் இதிலிருந்து பிரிகின்ற (2) நுனிஉட்பட்ட ஆக்ஸியல் மண்டலம் அல்லது உள் மண்டலம் (proximal axial or inner zone) என்றும் (3) வெளி அல்லது வரம்பு மண்டலம் (outer or peripheral zone) என்றும் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சில உதாரணங்களில் நான்காவது மண்டலம் ஒன்றும் ஏற்படுவதுண்டு. இதற்கு நடுத்தர (transitional) மண்டலம் என்று பெயர். இவ்வாறாக ஜிம்னேஸ்பர்ம்களின் தண்டு நுனி அமைப்புகளில் மூன்று அல்லது நான்கு வகையான மண்டலங்களிருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 5.10).

மேலே கூறப்பட்ட கோட்பாட்களுக்கு முற்றிலும் மாறாக மற்றொரு கோட்பாடு பிரெஞ்சு நாட்டு நிபுணர்களினால் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. மற்ற கோட்பாடுகளில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட அடிப்படை ஆதாரங்களுக்கு மாறாக இந்தக் கோட்பாட்டில் நுனிப்பகுதிகளில் காணப்படுகின்ற ஆக்குத்திசுவின் செயலை (meristematic activity) முக்கியமானதொரு அடிப்படையாக வைத்துக் கொண்டு ஏற்பட்டதாகும். செல்களில் ஏற்படுகின்ற மைடோஸிஸ்களின் (mitosis) எண்ணிக்கை, அளவு, செல்லியல் தன்மைகள் திசு வேதியியல் தன்மை (histo chemical) சோதனை முடிவுகள் முதலியவைகளின் மூலம் நுனிபாகங்களிலுள்ள செல்கள் மற்றவைகளை விட செயலற்ற நிலையில் (inert condition) வெஜிடேடிவ் வளர்ச்சியில் மட்டும் இருப்பதாகவும், உண்மையாக தோற்றுவிகளைப் பெற்று செயல்படுகின்ற பாகம் இலை மூட்டுகளை அல்லது மூலங்களை தோற்றுவிக்கின்ற வரம்புஅல்லது மேல்புற பாகம்தான் என்றும் பிளான்டிஃபோல் (Plantefol, 1947-48) என்பவரும், புவா (Buvat, 1952) என்பவரும் கண்டு பிடித்து விவரித்திருக்கின்றார்கள். இந்த அடிப்படையில் நுனி இறுதி பாகத்தில் செல்கள் செயலற்ற நிலையிலிருக்கின்றன. ஆனால் வரம்பு அல்லது வெளிபாகத்திலுள்ள தோற்றுவிகள் செயல்பட்டு ஆக்குத்திசு செயலிலீடுபடுகின்றன என்ற அடிப்படையில் முன்னதை காத்திருக்கின்ற ஆக்குத்திசு அல்லது பிரெஞ்சு மொழியில் இதை

மெரிஸ்தமே டி அத்தந்தி (meritem d'attente or waiting meristem) என்றும், வரம்பு அல்லது வெளிப்பாகம் ஆக்குத்திசு செயலில் ஈடுபடுகின்ற தோற்றுவிகளிருப்பதனுல் இந்தப் பகுதியை தோற்றுவிக்கின்ற வட்டம் அல்லது தோற்றுவிகளின் வட்டம் (initiating-ring or annu initiale) மத்தியபாகத்தை மெடுல்லரி அல்லது பித் (medullary or pith) ஆக்குத்திசு என்றும் மூன்று வகையினதாக ஆக்குத்திசு, பங்கெடுத்துக் கொள்கின்ற செயலின் அளவைப் பொருத்து, பிரிக்கப்படுகின்றன. இந்த செயலற்ற நுனி இறுதிப் பாகத்தின் ஸெல்களை மற்றவைகளுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் பொழுது அவைகளில் மைட்டோஸிஸ்கள் குறைந்தும் அபூர்வமாகவும் காணப்படுவதை வைத்துக்கொண்டு இந்தப் பகுதி தண்டினம் உண்டாவதற்கு முற்றிலும் பயன் படுவதில்லை என்று கூறிவிட முடியாது. ஏனென்றால் இந்தப் பகுதியின் ஸெல்கள் மற்றவைகளுண்டாவதற்கு ஆதாரமாக இருக்கின்ற காரணத்தினுல் இவைகளின் ஸெல்களை தோற்றுவிகள் என்று கூறுவதும் மிகையாகாது.

தண்டின் நுனி இறுதி பாகத்தில் இருக்கின்ற செயலற்ற பகுதிக்கு நிகராக வேர் நுனிப்பாகங்களிலும் இதுபோன்றதொரு செயலற்றபகுதி இருக்கின்றதாக சமீப காலத்தில் ஒரு சில பரிசோதனை முறைகளின் மூலம் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. இப்படிப் பட்ட பகுதியை அமைதியுற்ற மையப்பகுதி (quescent center) என்று கூறப்படுகின்றது. இந்தப் பகுதியிலிருக்கின்ற ஸெல் திரள்கள் ஆக்குத்திசு செயலற்றும், அரைவட்டத் தோற்றத்தையும் பெற்றிருப்பதோடல்லாமல் இந்தப் பகுதியைச் சுற்றி விறுவிறுப்பாக ஸெல் பிரிதல்களை செய்துவருகின்ற ஸெல்களினுல் சூழப்பட்டிருக்கின்றன (படம் 5.13). அமைதி மையப்பகுதியைச் சூழ்ந்து ஆக்குத்திசு செயலிலீடுப்பட்டு வருகின்ற ஸெல் தொகுப்புக்கள் தோற்றுவிகள் என்றும் அல்லது புரோமெரிஸ்டம் (promeristem) என்றும் கூறப்படுகின்றன. இந்த அமைதி மையப் பகுதி ஆணி அல்லது பக்க வேர்கள் (tap roots or lateral roots) வளர்ச்சி பெறும் பொழுது அமைதியாக அல்லது செயலற்ற நிலையிலிருந்து பிறகு ஏதாவதொரு குறிப்பிட்ட நிலையில் ஆக்குத்திசு செயலிலீடுபடக் கூடும். வேர்கள் பெரிதாக இருந்தால் அமைதி மையப் பகுதியின் அளவும் பெரிதாகவும் அவைகள் சிறியவைகளாக இருக்கும்பொழுது சிறியதாகவும் அல்லது இல்லாமலும் கூட இருக்கக் கூடும்.

வெஜிடேடிவ் தண்டு நுனிப் பாகங்கள் வெவ்வேறு அளவையும் வெவ்வேறு வகையான வடிவத்தையும் இனத்திற்கு தக்கவாறும் வளர்ச்சி நிலைகளைக் குறித்தும் மாறுபடுகின்றன. உதாரணமாக

கோணிஃபர்களின் (conifers) தண்டு நுனிப்பாகங்கள் குறுகியும், குவிந்தும், ஸிக்கட்களில் (cycads) மட்டமாகவும் மிகவும் அகலமானதாகவும், எலோடியா (Elodea), புல்லினங்களில் (grasses) குறுகலாகவும் உயர்ப்போக்கில் நீண்டும். அனேக இருவிதையிலை தாவர இனங்களில் தாழ்ந்தும், அல்லது இலைமுட்டுக்கள் அல்லது ஆதாரங்களுக்கு மேல் சிறிது உயர்ந்து வெளிப்பட்டும். சில வகைகளில் அரை வட்ட வடிவமாகவும் காணப்படும். நுனிபாகங்களின் அகலத்தையும், நீளத்தையும் அளந்து பார்ப்பதற்கு மைக்ராஸ்கோப்பில் தெரிகின்ற அளவிற்கு உண்டாகியிருக்கின்ற இலைமுட்டுகளுக்கு அல்லது ஆதாரங்களுக்கு மேலுள்ள பகுதிகள் மாத்திரம் உபயோகப்படுத்தபடுகின்றன. இவைகளின் குறுக்கு அளவு சாதாரணமாக 100 மைக்ரான்களிலிருந்து 3500 மைக்ரான்கள் வரை இருக்கலாம். எப்படியிருந்தபோதிலும் இந்த நுனிப்பாகங்களின் அளவும், வடிவமும் ஒவ்வொரு செடி இனத்திலும் கருநிலையிலிருந்து ரீப்பொரடக்டில் நிலை வரையில் அடிக்கடி மாறிக் கொண்டே வரக்கூடியதாகும்.

நுனி ஆக்குத்திசுக்களின் அமைப்பு முறைகளை மூன்று பெரிய பிரிவுகளாக தாவர இனப்பிரிவுகளைப் பொருத்து பிரிக்கலாம். உதாரணமாக நுனிப்பக்கங்களில் ஒரே ஒரு தோற்றுவியைப் பெற்றிருக்கின்ற வாஸ்குலர் கிரிப்டோகாம்ஸ் (vascular cryptogams) என்றும், பல தோற்றுவிகளினுலான ஒரு அடுக்கை பெற்றுள்ள ஜிம்னோஸ்பர்ம்கள் என்றும், பல தோற்றுவிகளினுலான ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அடுக்குகளைப் பெற்றுள்ள ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்கள் என்றும் பிரித்தறிவது நடை முறைக்கும், ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் படிப்பினைகளுக்கு (comparative studies) உகந்ததாக காணப்படுகின்றன. மேலும் ஆராய்ந்து பார்த்தால் இந்த மூன்று விதமான நுனிப்பாகங்களின் அமைப்புகளிலும் செயல்படுகின்ற வகைகளிலும் வேறுபாடுகள் காணப்பட்ட போதிலும் செடி இனங்களிலெல்லாவற்றிலும் வளர்ச்சி முறை, அடிப்படை ஒரே மாதிரியாக அமைந்திருப்பது குறிப்பிடத்தக்கதொரு உண்மையாகும். அதாவது நுனி இறுதி பாகத்திலிருக்கின்ற புரோட்டோமெரிஸ்டம் (protomeristem) என்ற தோற்றுவிக்கின்ற பகுதியும் அதிலிருந்து தோன்றுகின்ற உள், வெளிப்புற பகுதிகளிலும் இந்த உள், வெளிப்புற பகுதிகளிலிருந்து உறுப்பு, திசு வளருகின்ற முறையிலும் எல்லா தாவர இனங்களிலும் ஏறக்குறைய ஒரே விதமாக இருப்பதை காண முடிகிறது. இப்பொழுது ஒவ்வொரு தாவர இனப்பிரிவின் தண்டு நுனி ஆக்குத்திசுவின் அமைப்பை, இயல்பைக் குறித்து மேற்கொண்டு சிறிது விரிவாக தெரிந்து கொள்வோம்.

வாஸ்குலார் கிரிப்டோகாம்ஸ் (Vascular cryptogams)

முன்னரே தெரிந்து கொண்டபடி இந்த பிரிவைச் சேர்ந்த தாவர இனங்களில் நுனி வளர்ச்சி (apical growth), தண்டு நுனி பாகங்களிலிருக்கின்ற ஒன்று அல்லது ஒரு சில தோற்றுவிகளினாலேற் படுகின்றது(படம்5.8). இந்த தோற்றுவிகள் வடிவத்தையும்,அளவை யும், செய்கின்ற செயலைப் பொருத்தும் மற்றைய ஸெல்களிலிருந்து வேறுபட்டு விசித்திரமானதாகக் காணப்படுகின்றன. இவைகளி னுடைய அளவு மற்ற ஸெல்களைவிட பெரிதாகவும், சாற்றுக்குழித் தன்மையை அதிக அளவில் பெற்றும் இருக்கின்றன. மேலும் இவைகளினுடைய வடிவம் நான்கு பக்கங்களை பெற்று ஆப்பு வடிவம் போன்ற;(wedge shaped) தோற்றத்துடனும் இதனுடைய அடிப்பக்கம் நுனியின் மேல் பரப்பை நோக்கியும் மற்ற மூன்று பக்கங்களும் கீழ்நோக்கி உட்புறமாகவும் அமைந்திருக்கின்றன (படம் 5.8). இந்த நான்கு பக்கங்களில் மேல் பரப்பை நோக்கி அமைந்திருக்கின்ற அடிப்பாகம் எப்பொழுதும் தோன்றல்களை உண்டாக்குவதில்லை. ஆனால் அதன் ஏனைய மூன்று பக்கங்களும் மூன்று பக்கங்களுக்கிணைப் போக்கில் தோன்றல்களைத் தோற்று வித்துக் கொண்டிருக்கின்றன (படம் 5.8). இந்த வகையில் தோன்றுகின்ற தோன்றல்கள் ஒரு ஒழுங்கான முறையில் அமைந் திருக்கின்றன. இதற்குகாரணம் தோற்றுவிகளில் ஏற்படுகின்ற ஸெல் பிரிதல்களும் ஒழுங்கான முறையில் ஏற்படுவதாகும். இந்த வகையான நுனிஸெல்கள் ஈக்குஸீத்தும் (Equisetum) மற்றும் ஏனைய லெப்தோஸ் போராஞ்ஜியேத் ஃபெர்ன்களிலும் (Leptosporangiate ferns) ஊஸ்போரஞ்ஜியேத்ஃபெர்ன்களிலும் (Eusporangiate ferns) காணலாம். சில ஊஸ்போரஞ்ஜியேத் ஃபெர்ன்களிலும், போத்ரிக்கி யும் (Botrychium) என்ற பேரினத்திலும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நுனி ஸெல்களிலிருப்பதுண்டு. பல நுனி ஸெல்களைப் பெற்றிருக் கின்ற ஃபெர்ன்கள், பரிணும அடிப்படையில் தாழ்ந்த நிலையைக் குறிப்பதாக ஒரு சிலரும், இதற்கு மாறாக, இதே நிலை பரிணும அடிப் படையில் ஒரு மேல் நிலையைக் குறிப்பதாக வேறு சில ஆராய்ச்சி யாளர்களும் கருதுகின்றார்கள். நீர் வாழ் ஃபெர்ன்களான ஸால் வீனியா (salvinia) அஸோல்லா (azolla) என்ற பேரினங்களின் தண்டின் நுனிப்பாகங்களில் மூன்று பக்கங்களையுடைய நுனிஸெல் கள் இருக்கின்றன. இந்த நுனி ஸெல்களின் மேல் பரப்பை நோக்கி இருக்கும் அடிப்பாகம் தோன்றல்களை உற்பத்தி செய்வதில்லை. ஆனால் கீழ்நோக்கி இருக்கும் பாகங்களின் இரு பக்கங்களிருந்து மட்டும் (அதாவது வலது, இடது பக்கங்களில்) தோன்றல்களுண் டாகின்றன. இதன் காரணமாக இந்த பேரினங்களின் தண்டு பாகங்கள் இவைகளுக்கே உரித்தான இரு பக்கங்களுடைய இரு சம சீர் வடிவத்தை (bilateral symmetry) பெற முடிகின்றது.

ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்கள் **(Angiosperms)**: இந்தப் பெரும் பிரிவைச் சேர்ந்த பேரினங்களில், எல்லாம் டூனிக்கா-கோர்ப்புஸ் அமைப்பு முறை [ஸக்காரும் **(Saccharum)** என்ற பேரினத்தைத் தவிர] நன்கு அமைந்திருக்கின்றது. இந்த அமைப்பு முறை தாவர இனங்களில் காணப்படுகின்ற மற்ற வகையான நுனி அமைப்பு முறைகளைக் காட்டிலும் ஒரு ஒப்பற்ற உன்னத நிலையை அடைந்திருப்பதாகத் தெரிந்து கொண்டோம். இந்த வகையில் மேலும் ஆராய்ந்து பார்த்தால் வெவ்வேறு பேரினங்களிலெல்லாம் டூனிக்கா 1-5 அடுக்குகளாக இருவிதையிலை தாவர இனங்களிலும், 1-4 அடுக்குகளாக ஒருவிதையிலை தாவர இனங்களிலும் ஏற்பட்டிருந்தாலும், சில பேரினங்களுக்கு அல்லது பிரிவுகளுக்கு இந்த எண்ணிக்கை அவைஅவைகளுக்கே உரித்தான முறையில் நிரந்தரமாக ஏற்பட்டிருக்கின்றது. இரு விதையிலை சிற்றினங்களில் இரண்டு டூனிக்கா அடுக்குகள் பெரும்பாலும் காணப்படுகின்றன. ஆனால் ஒரு விதையுலை சிற்றினங்களில் ஒன்று அல்லது இரண்டு டூனிக்கா அடுக்குகள் பெரும்பாலும் ஏற்பட்டிருக்கின்றன. ஒரு செடி இனம் வளர்ச்சியடைந்து கொண்டு இருக்கும் பொழுது, பருவகால மாற்றங்களினாலும் இலைகள் தோற்றுவிக்கப் படும்பொழுதும் டூனிக்காவின் அடுக்குற்ற முறை அடிக்கடி மாறுகின்றதாக சமீபகாலத்தில் எடுத்து காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. அடுக்குற்ற தன்மையில் அடிக்கடி ஏற்படுகின்ற மாறுபாடுகள் இரு விதமாக உண்டாகலாம். ஒரு வகையில் பார்க்கப்போனால் இந்த மாற்றங்கள் டூனிக்காவின் தடிப்புத் தன்மையைப் பொருத்து ஏற்படுகின்ற மாற்றமாகவும் மறுவகையில் பார்க்கப்போனால் கோர்ப்புஸ் அடுக்குகளிலேற்படுகின்ற மாற்றங்களைக் குறிப்பதாகவும் கொள்ளப்படுகின்றன.

இந்த டூனிக்கா-கோர்ப்புஸ் கோட்பாடு ஸெல்லியல் அடிப்படையிலும் இந்த வகையிலேற்படுகின்ற மாற்றங்களையும் ஒன்று சேர்த்து சமீப காலத்தில் திருத்தி விவரிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. உதாரணமாக ஸெல் பிரிதல்கள் டூனிக்கா முழுதும் ஒரே மாதிரியாக ஏற்பட்ட போதிலும், ஸெல்லியல் முறைப்படி இரு மண்டலங்களாக பிரிக்க முடியும். ஒரு மண்டலத்தை நடு நுனி மண்டலம் **(central apical zone)** என்று கூறப்படுகின்றது. இந்த மண்டலத்தில் ஒன்று அல்லது சில தோற்றுவிகளிருப்பதுடன் அவைகள் டூனிக்காவிலுள்ள மற்ற தோற்றுவிகளை விட அளவில் பெரியதாகவும், பெரிய நூக்ளியஸ்களையும், சாற்றுக்குழிகளையும் பெற்று இலேசாக சாயங்களை **(stains)** ஏற்றுக் கொள்ளக்கூடிய தன்மையுடனும் காணப்படுகின்றன. அதே சமயத்தில் நுனிப்பாகத்திலிருக்கின்ற தோற்றுவிகளுக்கும் தோற்றப்படுகின்ற இலை முட்டுக்கள் அல்லது ஆதாரங்

களுக்கிடைப்பட்ட பகுதிகளிலிருக்கின்ற ஸெல்கள் அளவில் சிறியவைகளாகவும், சாயத்தை அதிக அளவில் ஏற்றுக்கொள்ளக்கூடிய தன்மையைப்பெற்றும், அடிக்கடி ஸெல்பிரிதல்களை அடையக்கூடியனவைகளாகவும் இருக்கின்றன. இந்த அடிப்படையில் ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களைப் பொருந்தமட்டில் இருவகைகளிருக்கின்றன. ஒன்றை சாதாரண ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம் வகை என்றும் மற்றொன்றை ஒப்புந்தியா (Opuntia) வகை என்றும் பிரிக்கலாம். ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்ஸ் வகையில் மூன்று முக்கியமான மண்டலங்களைப் பார்க்கலாம். அவைகளாவன:- 1) நடுத்தாய் ஸெல்கள் (central mother cells). இவைகள் டூனிக்கா-கோர்ப்புஸ் கோட்பாட்டின்படி கோர்ப்புஸ பகுதியைக் குறிப்பதாகும். இது நுனியிலிருக்கின்ற டூனிக்காவிற்கு உட்புறமாக கீழ்நிலையில் அமைந்திருக்கக்கூடியது (2) வரிசை ஆக்குத்திசு (rib meristem) (3) ஃபிளாங்க் ஆக்குத்திசுவும் இது (flank meristem) நடுத்தாய் ஸெல்களின் தொடர்ச்சியாக காணப்படுகின்றன.

இரண்டாவது வகையான ஒப்புந்தியா (Opuntia) வகையில் மேற்கூறப்பட்ட மூன்று வகையான வளர்ச்சி மண்டலங்களுக்கு மேல் கூடுதலாக கேம்பியம் போன்ற நடுத்தரப்பட்ட மண்டலம் ஒன்று காணப்படுகின்றது. இந்த மண்டலம் பார்ப்பதற்கு (உயரப் போக்கு வெட்டில்) கோப்பை போன்று (cup like) நுனிப்பக்கமாகக் குவிந்தும் ஒரு பக்கத்தில் நடுத்தாய் ஸெல்களுக்கும், மற்றொரு பக்கத்தில் வரிசை ஃபிளாங்க் ஆக்குத்திசுவிற்கும் இடையே அமைந்திருக்கின்றன (படம் 5.11). இந்தக் கேம்பியம் போன்ற நடுத்தர மண்டலம் அடிக்கடி அளவில் மாறிக்கொண்டும் சில வேளைகளில் மறைமுகமாக இருந்தும் வேறு சில சமயங்களில் மறைந்து விடுவதுமுண்டு. ஆனால், இந்த மண்டலம் வளர்ச்சியின் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் அதாவது இலைமுட்டுக்கள் அல்லது ஆதாரங்களுண்டாகும் பொழுது மிகவும் தெளிவாகக் காணப்படுகின்றது. இந்த வகைகளில் இது ஏனைய வளர்ச்சி மண்டலங்களிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபடுகின்றது. இந்த ஒப்பிந்தியா வகை நுனி அமைப்பு வேறு சில சிற்றினங்களிலிருப்பதாக அறிவிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. உதாரணங்கள்: கிரைஸாந்திமும் மோரிஃபோலியும் (Chrysanthemum morifolium), ஃபீனிக்ஸ் டாக்திலிஃபரா (Phoenix dactylifera). இந்த வகை நுனி அமைப்பு முறையை ஒருதுகமண்டலம், புறத்தோல், டூனிக்காவின் வெளிப்புற அடுக்கிலிருந்தும், இலைமுட்டுக்கள் அல்லது ஆதாரங்கள், புறணிப்பாகம் புரோக்கேம்பியம் முதலியவைகள் ஃபிளாங்க் ஆக்குத்திசுவிலிருந்தும், பித், வரிசை ஆக்குத்திசுவிலிருந்தும் முறையே உண்டாகின்றன.

இலைகளின் தோற்றம் (Origion of leaves) (படங்கள்5.1—5.5). வளர்ச்சி முறையின் அடிப்படையில் இலைகள் முதன் முதலில் முட்டுக்கள் அல்லது ஆதாரங்களாகத் தோன்றி பிறகு நாளடைவில் பெருகி விரிவடைந்து பலவகை வளர்ச்சி மாற்றங்களையடைந்து கடைசியில் முதிர்ச்சி அடைகின்றன. தொடக்கத்தில் இலை முட்டுக்கள் அல்லது ஆதாரங்களுண்டாவதற்கு முன்பாக தண்டு நுனிப் பாகங்கள் விரிவடைகின்றன. பிறகு இலைகளுண்டாவதற்கான ஏற்கெனவே நிர்ணயிக்கப்பட்ட பாகங்களிலுள்ள பக்க அல்லது வரம்பு மண்டலங்களிலுள்ள செல்களில் பெரிக்லைனல் பிரிதல்கள் அடிக்கடி ஏற்பட்டு சிறு செல் தொகுப்புகளுண்டாகின்றன. இருவிதையிலை தாவர இனங்களில் இலைகளைத் தோற்றுவிக்கக்கூடிய முதல் பெரிக்லைனல் பிரிதல், மேல் பரப்புக்கு அடுத்துள்ள உட் பரப்பு அடுக்கிலும் (subsurface layer) இதைத் தொடர்ந்து இதற் கடுத்திருக்கும் அடுக்கிலும் (அதாவது மேல்பரப்பிலிருந்து உட்புற மாக பார்க்கும் பொழுது 3ஆம் அடுக்காகின்றது). பிறகு இரு அடுக்குக்களுக்கும் வெளிப்புறமாக இருக்கின்ற மேல்பரப்பிலுள்ள செல்களில் ஆண்டிக்கிலைனல் பிரிதல்கள் தொடர்ந்து ஏற்படு கின்றன. இவ்வாறு பிரிதல்கள், சுருங்கக் கூறின், உட்பரப்பு இரு அடுக்குகளிலும் பெரிக்லைனல் பிரிதல்களும், மேற்பரப்பில் ஆண்டிகிலைனல் பிரிதலும் ஏற்படுவதின் காரணத்தினால் ஒரு சிறு நீட்சி அல்லது வீக்கம் நுனிப்பாகத்திற்கு பக்கவாட்டிலுண்டா கின்றது (படம் 5.5). இந்த முட்டுப்பாகம் பிற்காலத்திலுண்டாகக் கூடிய இலையின் அடிப்பாகம் (leaf base) என்றும் அல்லது இலை முட்டு (leaf buttress) என்றும் கூறப்படுகின்றது. பிறகு இதைத் தொடர்ந்து இலை ஆதாரம் மேல் நோக்கி வளர்கின்றது.

நுனி ஆக்குத்திசுவின் பகுதிகளிலிருந்து பக்கவாட்டில் இலை முட்டு அல்லது ஆதாரம் தோன்றுவதற்கு முன்பு, நுனிப்பாகம் விரிவடைவதாக மேலே கூறப்பட்டது. இதுபோல், இலை ஆதாரம் அல்லது முட்டு தோன்றிய பிறகு மறுபடியும் அது குறுகி முந்திய அளவை திரும்பப் பெறுகின்றது (படங்கள் 5.1—5.4). இந்த நிகழ்ச்சி சாதாரணமாக தொடர்ந்தும் ஒரு ஒழுங்குற்ற முறையில் திரும்பத் திரும்ப ஒரே மாதிரியாக ஏற்படுவதிலிருந்து இதில் ஒரு ரித்தம் (rheythm) இருக்கின்றது என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். டுனிக்கா-கோர்ப்புஸ் என்ற கோட்பாட்டைக் கண்டுபிடித்தவரான ஷ்கிமிட் (Schmidt) என்பவர் இந்த ரித்மீக் நிகழ்ச்சிகளில் விரிவு ஏற்படும்பொழுது அந்தக் குறிப்பிட்ட நிகழ்ச்சிகளை அதிக பட்ச தோற்றம் (maximal phase) என்றும், இந்த நிலைமாறி குறுகலாகும் நிகழ்ச்சியை குறைந்த பட்ச தோற்றம் (minimal phase) என்றும் கூறுகின்றார். இந்த தோற்றங்களில் ஏற்படுகின்ற மாற்றங்களை

மிகவும் நன்ருக எதிர் இலே அமைப்பைப் பெற்றுள்ள தாவர இனங்களில் தெளிவாகப்பார்த்து தெரிந்து கொள்ள முடியும். மேலும் இவ்வாறு இலேமுட்டுக்கள் அல்லது ஆதாரங்களுண்டாகிக் கொண்டு வரும்பொழுது ஒவ்வொரு செடியின் நுனிப்பாகம் மேன்மேலும் படிப்படியாக உயர்ந்து கொண்டும் மேல் நோக்கி வளர்ந்து கொண்டும் செல்கின்றது. இதன் விளேவாக அடுத்தடுத்துண்டாகின்ற இலேகளும் அடுத்தடுத்து உயர்ந்த நிலேகளில் தொடர்ச்சியாக தோன்றுகின்றன.

ஒரு விதையிலேத் தாவர இனங்களில் இலேகள் தோன்றும் பொழுது மேல்பரப்பு அடுக்கில் இருவிதையிலேத் தாவர இனங்களிலேற்படுகின்ற ஆண்டிகிலேனல் பிரிதல்களுக்குப் பதிலாக பெரிக்கிலேனல் பிரிதல்கள் உண்டாகின்றன. இந்த வகைப் பிரிதல்களிளுல் புறத்தோலுண்டாவது மட்டுமல்லாமல் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு உட்புறத் திசுக்களும் உண்டாகின்றன.

ஜிம்னேஸ்பர்ம்களில் இலேகள் உண்டாகும்பொழுது மேல் பரப்பு அடுக்கில் பெரிக்கிலேனல் பிரிதல்களும் வேறு வகையான பிரிதல்களும் ஏற்படுகின்றன. ,ஆனல், வாஸ்குலார் கிரிப்தோகாம்களில் மேல்பரப்பிலிருக்கின்ற ஒரு ஸெல்லிலிருந்தோ அல்லது சிறு ஸெல் திரள்களிலிருந்தோ, ஒரு ஸெல் மட்டும் மேற்கொண்டு விரிவடைந்து இலேமுட்டு அல்லது ஆதாரத்தைத் தோற்றுவிக்கக்கூடிய நுனி ஸெல்லாக மாறி செயல்படுகின்றது.

இப்பொழுது இலேக்கோண மொட்டுக்கள் **(axillary buds)** எவ்வாறு உண்டாகின்றன என்பதைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வோம். இவைகள் பொதுவாக அவைஅவைகளுடன் சம்பந்தப்பட்ட இலேகள் தோன்றிய பிறகும், ஒவ்வொரு இலேயைப் பொருத்தும், இரண்டாவது பிளாஸ்டோகுரோன் **(plastochron)** ஏற்பட்ட பிறகுதான் உண்டாகின்றன என்பது சமீபகாலத்தில் தெரிவிக்கப்பட்ட உண்மையாகும். இந்த வகையில் இலேக்கோண மொட்டுக்கள் உண்டாகும் பொழுது அவைகள் நுனி ஆக்குதிசுவிலிருந்து நேரிடையாக உண்டாகின்றதா அல்லது ஓரளவிற்கு வேறுபாடுற்ற இடைக்கணுப் பாகத்தின் திசுக்களிலிருந்து உண்டாகின்றனவா என்பது விவாதத்திற்குரிய பொருளாகும். எப்படியிருந்த போதிலும், பல உதாரணங்களேக் கொண்டு ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது இலேக்கோண மொட்டுக்கள் இந்த இரு வகைகளிலும் ஏற்படுவதாகக் கூறப்பட்டிருக்கின்றது.

உயர்ந்த வாஸ்குலார் தாவர இனங்களில் இலேக்கோண மொட்டுக்களின் தோற்றம் தொடக்கத்தில் இளந்தண்டின் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மேல் பரப்பு அடுக்குகளில்

ஆண்டிகிலைனல் பிரிதல்களும் வேறு வகையான பிரிதல்களின் மூலமாகவும் ஏற்படுகின்றது (படம் 5.7). இத்துடன் இளந் தண்டின் உட்பாகத்திலிலிருக்கின்ற ஸெல்கள் பெரிக்கிலைனல் பிரிதல்களின் மூலம் மேற்கூறப்பட்ட வகைகளில் மாறுதலடைந்து கொண்டு வருகின்ற பகுதிகளின் பருமனை அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. இவ்வாறாக மொட்டு நாளடைவில் அடுக்குகளுக்கு மேற்புறத்தில் தோன்றி வெவ்வேறு அளவிற்கு உயர்த்தப்பட்டு காணப்படும். சில வேளைகளில், ஸெல் பிரிதல்கள் ஒரு ஒழுங்குற்ற முறையில் உண்டாகின்ற காரணத்தினால் ஸெல்கள் எல்லாம் வளைவுற்ற ஒரு சில அடுக்குகளாகவும் ஒன்றுக்கொன்று இணைப்போக்கிலமைந்தும் இருக்கின்றன. இதன் விளைவாக ஏற்படுகின்ற மொட்டு ஆக்குத்திசுவின் (**bud meristem**) தோற்றம், கிளிஞ்சல் (**shell**) போன்றதாக காணப்படுவதினால் இந்தப் பகுதிக்கு கிளிஞ்சல் மண்டலம் (**shell zone**) என்று பெயரிடப்பட்டிருக்கின்றது (படங்கள் 5.6; 5.7). இலைகளின் தோற்றத்தை இலை கோண மொட்டுக்களின் தோற்றத்துடன் ஒட்பிட்டு பார்க்கும்பொழுது, முன்னது, மேல் பரப்பு அடுக்குகளிலிருந்தும், பின்னது உட்புற ஸெல்களிலிருந்தும் உண்டாகின்றன என்று தெரிய வருகின்றது. இவ்வாறு இலைக்கோண மொட்டுக்களுண்டான பிறகு இவைகள் மேற்கொண்டு கிளைகளாக வளர்ச்சியுறும் காலத்தில் இவைகளில் நுனி ஆக்குத்திசு படிப்படியாக உண்டாகின்றன. இந்த வகையில் தண்டின் நுனிப்பாகத்திலிருக்கின்ற அதே நிலையை இதுவும் அடைந்து அது போன்று இலைகளையும், கிளைகளையும் உண்டாக்குகின்ற முறையில் கிளைகளுக்கும், தண்டுகளுக்குமிடையே ஒரு ஒற்றுமை காணப்படுகின்றது. வேற்றிடத்து மொட்டுக்களும் (**adventitious buds**) மேலே விவரிக்கப்பட்ட இலைக்கோண மொட்டுக்கள் போன்று ஓரளவிற்கு அல்லது வெவ்வேறு அளவிற்கு வேறுபாடுற்ற திசுக்களிலிருந்து உண்டாகின்ற வகையில் இவைகளுக்கிடையே ஏறக்குறைய ஒரு ஒற்றுமையைக் காண முடிகின்றது.

**வேர் நுனி அமைப்பு முறை (Organization of root apex)** வேர் நுனிப் பாகங்களை, தண்டு நுனி பாகங்களுடன் ஒப்பிட்டு பார்க்கும்பொழுது இவைகளுக்கிடையே பலதரப்பட்ட வேற்றுமைகளிருப்பதைப் பார்க்க முடிகின்றது. முதலாவதாக, வேர் நுனி ஆக்குத்திசு உண்மையில் நுனிப் பாகத்திலல்லாமல் (வேர் நுனி மூடியிருக்கின்ற காரணத்தினால்) சிறிது தள்ளி உட்பட்டு அமைந்திருக்கின்றது. இரண்டாவதாக, வேர் நுனிப்பாகம் பக்கவாட்டில் இலைகள், கிளைகளுக்கு ஒப்பான வேறுபட்ட உறுப்புக்களை உண்டாக்குவதில்லை. மூன்றாவதாக, வேர்களில் கணுக்கள், இடைக்கணுக்களுண்டாகின்ற அவசியமேற்படாத நிலையில் வேர்களின்

வளர்ச்சி தண்டைவிட ஒரே மாதிரியாக (uniform) நீண்டு வளர முடிகின்றது. நான்காவதாக, நீண்டு வளர்ந்து வருகின்ற ஒரு வேரின் புறணிப்பாகம், வரிசை ஆக்குத்திசுவினால் ஏற்படுத்தப்படுகின்றது. ஐந்தாவதாக, வேர் நுனி ஆக்குத்திசு, தோன்றல்களை தன்னுடைய ஆக்ஸிஸுக்கு (axis) உட்புறமும், வெளிப்புறமுமாக உண்டாக்குகின்றன.

வேர்நுனி ஆக்குத்திசுக்கள் மூன்று வகையான கோட்பாடுகளின் அடிப்படையில் விவரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஹான்ஸ்டின் ஹிஸ்டோஜன் கோட்பாடு (Hanstein's Histogen concept) கிளோவ்ஸின் அமைதியுற்றமையக் கோட்பாடு (Clowes quiepcent-center concept) கடைசியாக ஷுயெப் (Schuepp) உடல் மூடி (body cap) அல்லது கோர்ப்பர்-காப்பே (Korper Kappe) கோட்பாடாகும். இந்த மூன்று வகை கோட்பாடுகளில் ஒவ்வொன்றும் தனிப்பட்ட கோட்பாடாகக் காணப்பட்டாலும் இவைகளுக்கிடையே ஒரு சில வகைகளில் தொடர்பு இருந்து வருகின்றது. இப்பொழுது இந்தக் கோட்பாடுகளினடிப்படையில் பலவகை தாவர இனங்களில் பிரிவுகளைச் சார்ந்த வேர்களின் நுனி ஆக்குத்திசுவைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வோம்.

போலிபோடியேஸி (Polypodiaceae) ஓஃபியோகிளாஸேஸி (Ophioglossaceae) போன்ற குடும்பங்களிலும் ஈக்குஸீத்தும் (Equisetum) என்ற பேரினத்திலும் அவைகளின் வேர்கள் முழுவதும், ஒரே ஒரு தனிப்பட்ட தோற்றுவியிலிருந்து தோன்றுகின்றன. அதே சமயத்தில் மராத்தியேஸி (Marattiaceae) போன்ற குடும்பங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட தோற்றுவிகளினால் வேர்களுண்டாகின்றன. வேர்களின் நுனிப்பாகங்களில் ஒரே ஒரு தனிப்பட்ட செல்லிருக்கும் பொழுது அது நான்கு பக்கங்களுடையதாகவும் அதனுடைய அடிப்பக்கம் வேர் நுனிப்பாகத்தை நோக்கியும் ஏனைய மூன்று பக்கங்களும் உட்புறமாகவும் அமைந்திருக்கின்றன. இந்த வகையில் இது வாஸ்குலார் கிருப்தோகாம்களின் தண்டின் நுனிப்பாகங்களிலிருக்கின்ற தனிப்பட்ட ஒரு செல்லுடன் ஒப்பிட முடியும். இவைகளிரண்டிற்கும் ஒரு முக்கியமான வேற்றுமை காணப்படுகின்றது. அதாவது வேரின் நுனியிலிருக்கின்ற தனிப்பட்ட செல்லின் அடிப்பாகத்திலிருந்தும் தோன்றல்கள் உண்டாகின்றன. ஆனால், தண்டு நுனி பாகத்திலிருக்கின்ற தனிப்பட்ட செல்லின் அடிப்பக்கத்திலிருந்து எப்பொழுதும் தோன்றல்களுண்டாவதில்லை.

உயர்ந்த தாவர இனங்களின் வேர்நுனிப்பாகங்களில் ஒரே ஒரு தனிப்பட்ட செல் அல்லது தோற்றுவியும் அல்லது ஒரு சில செல்கள் அல்லது தோற்றுவிகளைப் பெற்று இருப்பதாக ஒரு சாரார்

கருதுகின்றனர்கள். ஆனால், இதற்கு மாறாக, வேர் நுனிப்பாகங்களின் மத்திய பகுதிகள் பல தோற்றுவிகளினாலான தொகுப்பு பெற்று இருப்பதாக மற்றொரு சாரரால் கருதப்படுகின்றது.

ஹான்ஸ்டின் ஹிஸ்டோஜன் கோட்பாடு தண்டு நுனிப்பாகங்களின் அமைப்பு முறையை சரிவர விளக்குவதற்கேற்றபடி இல்லையென்ற முடிவுக்கான காரணங்களை ஏற்கனவே தெரிந்து கொண்டோம். இருந்த போதிலும், வேரின் நுனிப்பாக அமைப்பு முறையை விளக்குவதற்கு இந்த கோட்பாட்டை இன்னும் சிலர் கையாண்டு வேர்களின் புறத்தோல், டெர்மட்டோஜன் (**dermatogen**) என்ற ஆக்குத்திசுவிலிருந்தும் புறணி. பெரிப்ளம் (**periblem**) என்ற ஆக்குத்திசுவிலிருந்தும், வாஸ்குலார் திசு, பிளிரோம் (**plerome**) என்ற ஆக்குத்திசுவிலிருந்தும் உண்டாவதாகக் கூறி விளக்குகின்றனர்கள், இருந்தபோதிலும் இந்தக் கோட்பாடு வேர் நுனிப்பாகங்களைப் பொருத்தும் ஒரேயடியாக ஒப்புக்கொள்ளக் கூடியதாக இல்லை ஏனென்றால், சில வகை வேர்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட திசு வகை ஒரு குறிப்பிட்ட ஆக்குத்திசுவிலிருந்து உண்டாவதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. இப்படிப்பட்ட ஆக்குத்திசுவின் ஸெல்கள் தற்காலிக தோற்றுவிகள் (**temporary initials**) என்று கூறப்படுகின்றன. ஆதலால், இந்த ஹிஸ்டோஜன் கோட்பாட்டைகீழ்க்காணும் முறையில் திருத்தி அமைத்துக் கொள்வது சிறந்ததா கருதப்படுகின்றது. உதாரணமாக திசுவகைத் தோற்றத்தை ஹிஸ்டோஜன் அடிப்படையில் கூறுவதற்குப் பதிலாக அதாவது டெர்மட்டோஜன், பெரிப்ளம், பிளிரோம் என்று கூறுவதற்குப்பதிலாக புரோட்டோடெர்ம் (**protoderm**), புறணி அக்குத்திசு (**meristem of the cortex**), வாஸ்குலார் ஆக்குத்திசு (**meristem of vascular tissue**) என்று கூறிக்கொள்வதுடன் இந்த மூன்று வகையான ஆக்குத்திசுக்களுக்கும், நுனிபாகத்திலமைந்திருக்கின்ற நிரந்தரமான தோற்றுவிகளைப் பெற்றிருக்கின்ற புரோமெரிஸ்டம் அல்லது புரோட்டோ மெரிஸ்டத்தின் (**promeristem or protomeristem**) மண்டலத்திலிருந்து உண்டாவதாகக் கொள்ளப்படுகின்றது.

கோர்ப்பர் - காப்பே கோட்பாடு (**Korper Kappe concept**) என்பது ஷூயெப் (**Schuepp**) என்பவரால் 1917-ஆம் ஆண்டில் கண்டு பிடிக்கப்பட்டதாகும். இந்தக் கோட்பாடு டூனிக்கா-கோர்ப்புஸ் கோட்பாடு கண்டுபிடிப்பதற்கு முன்பே நிலை நாட்டப்பட்டது. இருந்தபோதிலும் இந்த இருவகைக் கோட்பாடுகளுக்குமிடையே ஒருவகையில் ஒற்றுமை காணமுடிகின்றது. அதாவது இவைகளிரண்டும் ஸெல் பிரிதல்களில் காணப்படுகின்ற வேற்றுமைகளைப் பொருத்து ஏற்பட்டதாகும். வேர் நுனிகளிலிருக்கின்ற ஸெல்களை

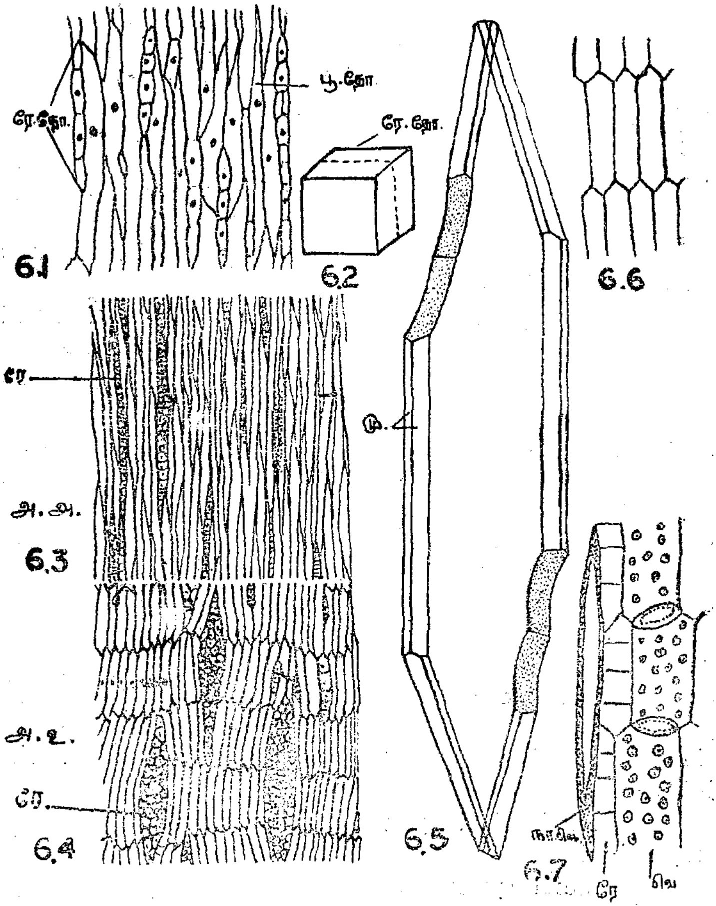
உயரப் போக்கு வெட்டில் பார்க்கும் பொழுது அவைகள் வரிசைக் கிரமமாக அமைந்தும் ஒரு ஸைட்டோ ஜெனிடிக் மத்தியபாகத்தி லிருந்து (cytogentic centre) உண்டாகி இருப்பதாகவும் தெரியும். இந்த மத்தியபாகத்திலிருந்து தூரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க ஸெல் வரிசைகளின் எண்ணிக்கையும் அதிகரிக்கின்றது. வேர்களின் வளர்ச்சி ஸெல் பிரிதல்களினுலும், விரிவடைதலினுலும் ஏற்படு கின்றது. இந்த கோட்பாட்டின்படி ஸெல் பிரிதல்கள் ஒரு குறிப் பிட்ட முறையில் அதாவது T-பிரிதல்கள் என்று சொல்லப்படுகின்ற முறையிலுண்டாகின்றன. ஒரு வேர் நுனிப் பாகத்தை இந்த கோட்பாட்டின்படி ஆராய்ந்தால் அதில் இந்த ஸெல்களினடிப் படையில் இரு பகுதிகளுண்டாகி இருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஒரு பகுதியை அதாவது வெளிப்பகுதியை காப்பே (Kappe) என்றும் இதற்குட்பட்ட பகுதியை கோர்ப்பர் (Korper) என்றும் அறிந்து கொள்ள முடியும். காப்பே என்ற பகுதியை இந்த ஸெல் பிரிதல் களினடிப்படையில் கூறப்படும்பொழுது அதனுடைய ஸெல்கள் ஒவ்வொன்றிலும் முதல் பிரிதல் குறுக்காக (உயரப் போக்கு வெட்டில்) ஏற்படுகின்றது. இந்த பிரிதலினுலுண்டாகின்ற இரு ஸெல்களில் கீழ்புறமாக அதாவது வேர் நுனிப் பாகத்தை நோக்கி உண்டான ஸெல்லில் முதல் பிரிதலின் போக்கிற்கு உயரப் போக்கில் அல்லது நேர்கோணத்திலேற்படுகின்றதனுல் இந்த இரு போக்கி லேற்பட்ட ஸெல் பிரிதல்களைச் சேர்ந்து பார்க்கும் பொழுது T போன்ற வடிவம் ஏற்படுகின்றது (படம் 5.12). இந்த வகையில் காப்பே பகுதியிலுள்ள எல்லா ஸெல்களிலும் ஏற்படுகின்றதிலிருந்து அந்தப் பகுதியை இந்த அடிப்படையில் பிரித்தறிய முடியும். இதற்கு மாருக, கோர்ப்பர் என்ற பகுதியிலுள்ள ஸெல்களில் முன்ன தைப் போல் குறுக்காக முதல் ஸெல் பிரிதலேற்படுகின்றது, ஆனுல் இரண்டாவதாக ஸெல்பிரிதல் ஏற்படும்பொழுது கீழுள்ள ஸெல்லில் ஏற்படுவதற்குப் பதிலாக மேலே உள்ள ஸெல்லில் உயரப் போக்கில் அல்லது முதல் பிரிதலுக்கு நேர்கோணத்தில் அமைந் திருக்கும். இப்பொழுது இவ்வாருக ஏற்பட்ட இரு ஸெல் பிரிதல் களையும் ஒன்று சேர்த்து பார்க்கும் பொழுது அவைகளின் தடுப் புறைகள் தலைகீழாக ⊥ வடிவத்தில் (⊥ வடிவத்தில்) இருப்பதைப் பார்க்கலாம். மேலும். ஒவ்வொரு ஸெல்லிலும் ஸெல் பிரிதல் முதலாவதாக குறுக்கிலும், பிறகு புதிதாக, தோன்றிய ஸெல்லில் தொடர்ந்து நெடுக்கிலும் அல்லது உயரப்போக்கிலும் ஸெல் பிரிதல் ஏற்படுவது குறிப்பிடத்தக்கது. இந்தக் கோட்பாட்டை எல்லா வகை வேர்களுக்கும் ஒரேயடியாக ஒத்துக்கொள்ள முடியாது. ஏனென்ருல், இந்த வகையான ஸெல் பிரிதல்கள் வெவ்வேறு பாகங் களில் வெவ்வேறு அளவில் கலந்து காணப்படுகின்றன.

கிளோஸ் (Clowes) என்பவர் 1958 ஆம் ஆண்டில் வேர் நுனி அமைப்பு முறையைக் குறித்து ஒரு கோட்பாட்டை வெளியிட்டு அதைத் தொடர்ந்து பல ஆராய்ச்சிகள் நடத்தி வந்திருக்கின்றார். இந்தக் கோட்பாடு அமைதிமையக் கோட்பாடு (quiescent centre concept) என்று சொல்லப்படுகின்றது. இந்தக் கோட்பாட்டின்படி வேர்களின் நுனிப்பாகங்களிலிருக்கின்ற புரோ அல்லது புரோட்டோ ஆக்குத்திசு (pro or protomeristem)வின் மையத்தில் அமைந்திருக்கின்ற செல்கள் செயலற்று (inert) அல்லது மிகக் குறைந்த அளவிற்கு செல்பிரிதல்களை ஏற்படுத்துகின்ற செயலிலீடுபட்டு இருப்பதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது (படம் 5.13). இத்தகைய செல்களைப பெற்றுள்ள பாகத்திற்கு அமைதி மையப்பாசம் (quiescent centre) என்று பெயர். இந்தப் பாகம் வேர் நுனிப் பாகத்தை உயரப் போக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது வட்ட மானதாகவும் அல்லது அரை வட்ட வடிவத்துடனும் காணப்படும். மைய அமைதி பாகத்தைச் சூழ்ந்திருக்கும் ஏனைய செல்களில் செல் பிரிதல்களேற்படுவதாகவும் அதன் காரணமாக ஆக்குத்திசு வின் செயல்படுதன்மையை பெற்றிருப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது. மைய அமைதி பாகத்திற்கு கீழ்புறமாகவும் செல் பிரிதல்களேற்படு வதினால் இந்த பாகம் வளர்ந்து வருகின்ற ஒரு வேர் நுனியைப் பொருத்து ஒரே இடத்தில் நிலைத்திருக்க முடியாமல் மேலும், மேலும் மேல் நோக்கி நகர்ந்து கொண்டு செல்கின்றது.

# 6. வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் (Vascular Cambium)

கேம்பியத்தின் இலக்கணமும் வரையறையும் (Definition and Delimitation of Cambium): கேம்பியம் என்பது ஒரு வகை முக்கிய ஆக்குத்திசுவாகும் (tissue) நடு டெவோனியன் (middle devonian) காலத்தில் வாழ்ந்த, கிலாடோஸைலான் (Cladoxylon), ஸ்கைஸோபோடியம் (Schizopodium) போன்ற தாவரங்கள், தண்டின் பாகங்களில் கேம்பியம் போன்ற திசுவைக் கொண்டிருந்தன என்று தொல் தாவர ஆராய்ச்சியின் வாயிலாக அறிகிறோம். எனவே, தோற்ற வரலாற்றின்படி, ஏறக்குறைய 265-320 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் கேம்பியம் தோன்றியிருத்தல் வேண்டும். இத்திசு, செடியின் உறுப்பைப் பொருத்தமட்டில், தண்டு, இலை, வேர்ப் பாகங்களில் உட்புறத்திலும், பக்கவாட்டிலும், ஏற்கெனவே தோன்றியிருக்கும் பிரைமரி வாஸ்குலார் திசுக்களுக்கிடைப்பட்டும் காணப்படுகிறது. இவ்வாக்குத்திசு, செயல்படும்பொழுது அதன் இரு பக்கங்களிலும், அதாவது உள்ளும் புறமும், புதிய ஸெல் தோன்றல்களைத் (derivatives) தோற்றுவிக்கக் கூடிய வல்லமை பெற்றதாகும் (படம் 15.26). மேலும், இது இருவகைத் தோற்றுவிகளைக் (initials) கொண்டது; ஃப்யூசிஃபாம் தோற்றுவிகள் (Fusiform initials) என்பவை உயரப் போக்கிலமைந்திருக்கின்றத் திசுவகைகளையும் (longitudinal system of tissues) ரேத் தோற்றுவிகள் (ray initials) என்பவை ஆரப் போக்கிலமைந்திருக்கின்ற திசுக்களையும் (radial system) உண்டாக்கக் கூடியன. இந்த அடிப்படையில் பார்க்கும்பொழுது, இது, பொதுவாக இலைகள், பூக்கள் போன்ற பாகங்களில் காணப்படுவதில்லை. ஒரு செடி, சிறுகச் சிறுக ஆண்டுதோறும் வளர்ந்து பெரிதாகி பல ஆண்டுகளாகப் பருத்து வளர்ந்து கடைசியில் பயனளிக்கக்கூடிய ஒரு பெரிய மரமாகின்றதென்றால் அதற்கு அடிப்படையான ஆதாரம் இந்த வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் என்று கூறுவது மிகவும் பொருத்தமான கூற்றாகும். இந்த அடிப்படைக் கருத்தை வேறு வகையாகக் கூறப்

போனுல் எந்த ஒரு செடியில் இந்த வாஸ்குலார்க் கேம்பியமோ அல்லது இது போன்று செயல்படக் கூடிய ஆக்குத்திசுவோ உண்டாகவில்லையென்றுல் அச்செடி முன்னதைப் போல் பலகாலம் வாழவும், மரமாக ஆகவும் முடியாது என்பது வெளிப்படை.




படம் 12.

படம் 6.1. நிக்கோத்தியானு தபாக்கும் (**Nicotiana tabacum**) வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தின் பரிதிக்கு இணைப்போக்கு வெட்டு ( X 120)

படம் 6.2. ஒரு ரே தோற்றுவியின் முப்பக்கத் தோற்றம்.

படம் 6.3. ரூஸ் திஃபீனு (**Rhus typhina**) அடுக்கற்ற வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தின் பரிதிக்கு இணைப் போக்கு வெட்டு ( X 77)

படம் 6 4. விஸ்தீரியா (**Wisteria sp.**) அடுக்குற்ற வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தின் பரிதிக்கு இணைப்போக்கு வெட்டு ( X 77)

படம் 6.5. ஒரு ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவியின் முப்பக்கத் தோற்றம். புள்ளி வைத்த பகுதிகள் ரே தோற்றுவிகள் அமைந்திருக்கின்ற இடங்களைக் குறிக்கின்றன.
படம் 6.6. வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தின் பரிதிக்கு இணைப் போக்கு வெட்டு.
படம் 6.7. 6.6-ம் படத்தில் காட்டிய வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தில் இருந்து தோன்றிய தோன்றல்கள் கடைசியில் அடைகின்ற அமைவு மாற்றங்கள்.

ரே.தோ. ரே தோற்றுவி; பூ.தோ. ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவி; அ.அ. அடுக்கற்ற வாஸ்குலார்க் கேம்பியம்; அ.உ. அடுக்குற்ற வாஸ்குலார்க் கேம்பியம்; ரே. ரே; நா.செ. நார்செல்; வெ. வெஸல்.

அமைப்பும் செல் வகைகளும் (**Structure and cell types**): கேம்பியம் இருவகையான தோற்றுவிகளாலானது. இரு வகையான தோற்றுவிகளிருந்த போதிலும் அவைகள் எல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு சீர் வரிசை அடுக்காக (**uniseriate**) அமைந்துள்ளதைப் பார்க்கலாம். இந்த இருவகைத் தோற்றுவிகளில் ஒன்று ரேத் தோற்றுவிகள் (**ray initials**) என்றும் மற்றது ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகள் (**fusiform initials**) என்றும் கூறப்படுகின்றன. ரேத் தோற்றுவிகளைக் கேம்பியத்திலிருந்து பிரிவுபடுத்திப் பார்க்கும் பொழுது அவைகள் ஒவ்வொன்றும் ஏறக்குறைய ஒத்த பக்கங்களை உடையதாகக் காணப்படும் (படம் 6.2). அதே சமயத்தில், ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளை மேற்கூறியபடி பிரிவுபடுத்திப் பார்க்கும்பொழுது அவைகள் ஒவ்வொன்றும் அகலத்தைவிடப் பன்மடங்கு நீளமாயும், இரு நுனிகள் கூர்மையானதாகவோ, குவிந்தோ இருப்பதோடல்லாமல் வெவ்வேறு அளவுகளில் ஏறக்குறைய 18 சமமற்றப் பக்கங்களைக் கொண்டு (படம் 6.5) மொத்தத்தில் கதிர்கோல் வடிவினதாகக் (**spindle shaped**) காணப்படும் (படம் 6.1). அளவு, வடிவம் பொருத்தமட்டில் இந்த இருவகையானத் தோற்றுவிகளிடையே நேர்முக வேறுபாடு காணப்படுவது போன்று, மறைமுக மாறுபாடும் காணப்படுகின்றது. அதாவது, ரேத் தோற்றுவிகளிலிருந்து செல் பிரிவினுலுண்டாகும் செல் தோன்றல்கள் (**derivatives**) பாரங்கைமாவாக (**parenchyma**) மாறுபட்டு ரேத் திசுவாக (**ray tissue**) அமைகின்றன. அதே சமயத்தில், ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளில் ஏற்படும் செல் பிரிவினுலுண்டாகின்ற செல் தோன்றல்கள் படிப்படியாக வேறுபாடடைந்து பலவகையான செல்களாலான வெவ்வேறு திசுக்களடங்கிய (ரேத் திசுவைத் தவிர) கூட்டுத்திசுவாகிய ஸைலத்தையும் ஃபுளோயத்தையும் உண்டாக்குகின்றன. இன்னும் ஒரு வகையில் ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது ரேத் தோற்றுவிகளினுலுண்டாக்கப்பட்ட ரேத்திசு எப்பொழுதும் நீளப்போக்கிற்கு (உயரத்திற்கு) நேர்க்கோணத்திலும், மையத்திலிருந்துவெளிப்புறம் நோக்கியும் அமைந்திருக்கும் தன்மையைப் பெற்றிருக்கிறது (படங்கள் (11.3; 11.4). ஆனுல், ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளிலிருந்து

உண்டாக்கப்பட்ட திசுக்களிலடங்கியிருக்கின்ற செல்களெல்லாம் நீளப்போக்கில் அமைந்திருக்குந்தன்மையைப் பெற்றுள்ளன (படங்கள் 11.3; 11.4). இவ்வகைகளில் மாறுபட்ட இயல்புகளுடைய இரு வகையானத் தோற்றுவிகளை வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் பெற்றிருக்கின்றது.

பிரைமரி சைலம் (primary xylem), பிரைமரி ஃப்ளோயம் (primary phloem) எனும் இரு பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களிடையே (primary vascular tissues) அமைந்திருக்கும் வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தை குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும் பொழுது, அது மேற்குறிப்பிட்டப்படி ஒரு சீர் வரிசையடுக்காயில்லாமல் (uniseriate layer) தோற்றத்தினடிப்படையில் பலசீர் வரிசையடுக்குகளாக இருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படங்கள் (15.24; 15.26). எனவே கேம்பியத்தை ஒரு சீர்வரிசையடுக்கு எனக் கூறுவது எவ்வாறு பொருந்தும் என்கிற ஐயப்பாடு ஏற்படுவது இயற்கை. உண்மையில் இந்த பல சீர் வரிசை அடுக்குகளை மேலும் கூர்ந்து ஆராய்ந்து பார்த்தால் கேம்பியத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட சீர்வரிசையடுக்கைத் தவிர ஏனைய அடுக்குகளெல்லாம் முன்னதனின்றும் அதனிருபுறமும் புதிதாகத் தோற்றுவிக்கப்பட்ட செல் தோன்றல்கள் தான் என அறிந்து கொள்ளலாம். இப் புதிதாகத் தோற்றுவிக்கப்பட்ட செல் தோன்றல்கள் பொதுவாகப் பார்ப்பதற்கு அளவிலும், வடிவத்திலும் உண்மையானக் கேம்பியத்திலுள்ளத் தோற்றுவிகளை ஒத்திருக்கின்ற காரணத்தினாலும், அதற்கு அடுத்தே அமைந்திருக்கின்ற காரணத்தினாலும், புதிதாக ஏற்பட்ட செல் தோன்றல்களிலிருந்து உண்மையான கேம்பியத்தைப் பிரித்தறிவது என்பது சிறிது கடினமான காரியமாகும். இந்நிலையில், குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது காணப்படுகின்ற தோற்றுவிகளைப் பெற்றிருக்கும் உண்மையான கேம்பியத்தையும் இதனின்றும் தோன்றி ஆரப் போக்கில் அமைந்திருக்கின்ற செல் தோன்றல்களையும் ஒன்று சேர்த்து 'கேம்பியம்' என்று கூறுவதற்குப் பதிலாக 'கேம்பிய மண்டலம்' (cambial zone) என்றழைப்பது சாலப் பொருந்தும். ஏனென்றால், உண்மையான கேம்பியம் என்பது இருவகையான தோற்றுவிகளை மட்டும் (ஃப்யூசிஃபார்ம், ரேத் தோற்றுவிகள்) பெற்றிருக்கும் ஒருசீர் வரிசை அடுக்காகும். இரண்டாவதாக, தோற்றுவிகள் மேன்மேலும் செல் பிரிதல்களின் மூலம் அவைகளுக்கிருபுறங்களிலும் செல் தோன்றல்களை ஏற்படுத்தக் கூடியவை. மூன்றாவதாக, கேம்பியத்தின் தோற்றுவிகள் எந்தக் காலத்திலும் (கேம்பியத்தின் இருவகைத் தோற்றுவிகளுக்கிடையே வளர்ச்சியின் காரணமாக ஏற்படுகின்ற மாற்றங்களைத் தவிர்த்து) வேறு எந்த விதமான வேறுபட்டத் திசுவாக மாறிவிடாமலும்

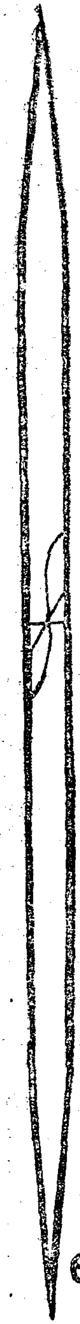
அழிவும் சிதைவும் அடையாமலும் நிலைத்திருக்கக்கூடிய ஒரு தனிப்பட்ட, சிறப்பான உயிருள்ள திசுவாகும். கடைசியாக, உண்மையான கேம்பியத்திலுள்ள தோற்றுவிகள் இருவகையான செல் பிரிதல்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. அவைகளில் ஒன்றைப் பெருக்கும் செல் பிரிதல் (**multiplicative division**) (படங்கள் 6.11; 6.12) என்றும், மற்றொன்றைச் சேர்க்கும் செல் பிரிதல் (**additive division**) என்றும் கூறப்படுகின்றன. ஆனால் தோற்றுவிகளிலிருந்துண்டானப் புதிய செல் தோன்றல்களில் செல் பிரிதல்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு ஏற்பட்ட போதிலும், அவைகள் எல்லாம் இருவகையான செல் பிரிதல்களிலொன்றானச் சேர்க்கும் செல் பிரிதல்களை மட்டும் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த அடிப்படையில் கேம்பியத்தின் தோற்றுவிகளை அவைகளுக்கு அடுத்துப் புதிதாக ஏற்பட்டுள்ள செல் தோன்றல்களிலிருந்து பிரித்தறிய முடியும்.

**தோற்றுவிகளின் அமைப்பு (Arrangement of initials):** கேம்பியத்தில் அமைந்திருக்கும் ஃபூசிஃபாம், ரேத் தோற்றுவிகளிரண்டும் தாவர இனங்களைப் பொருத்து இரு முக்கிய முறையில் அமைந்திருப்பதைக் காணலாம். ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளைப் பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் வெட்டியெடுக்கப்பட்ட வெட்டுகளைப் பார்க்கும் பொழுது, அவைகள் எல்லாம் ஒரு ஒழுங்குற்ற முறையிலும், ஒன்றன் மேலொன்று அடுக்கடுக்காகவும் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 6.4). அல்லது, அவைகளெல்லாம் முன்னதற்கு மாறுபட்ட ஓர் ஒழுங்கற்ற முறையிலும் அமைந்திருப்பதைக் காணலாம் (படம் 6.3). இந்த இரு வகைகளில் ரேத் தோற்றுவிகளும் அமைந்திருக்கின்றன. இந்த இரு வகைகளில் ஒழுங்குற்ற வகையில் அமைந்திருக்கும் தோற்றுவிகளைக் கொண்ட கேம்பியம் அடுக்குற்றக் கேம்பியம் (**storeyed or stratified cambium**) என்றும், ஒழுங்கற்ற முறையில் அமைந்திருக்கும் தோற்றுவிகளைக் கொண்ட கேம்பியம், அடுக்கற்றக் கேம்பியம் (**non-storeyed or non-stratified cambium**) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. மேலும், இந்த இருவகை அமைப்பு முறைகளுக்குமிடையே பலதரப்பட்ட அமைப்பு முறைகள் வெவ்வேறு அளவிலும், முறைகளிலும் கலந்து இனத்திற்குத் தக்கவாறு காணப்படுவதுமுண்டு. குறிப்பாக மேலே கூறப்பட்ட அமைப்பு முறைகள் தாவரங்களின் தோற்ற வரலாற்றில் ஏற்பட்டத்திசு மாற்றங்களைக் குறித்துத் தெரிந்து கொள்வதற்கு உதவுவதோடல்லாமல் ஒரு செடி, தோற்ற வரலாற்றின்படி எந்த நிலையை அடைந்திருக்கின்றது என்பதைக் குறித்துத் தெரிந்துகொள்வதற்கும், அவைகளிருந்து தோன்றிய திசுக்களின் பொதுவான இயல்புகளைக் குறித்து அறிந்து கொள்வதற்கும் பயன்படக்கூடியதொரு அளவு கோலாக இருக்கின்றது. எடுத்துக் காட்

டாக அடுக்குற்ற கேம்பியத்திலிருந்துண்டான திசுக்களில் ஒரு சில அல்லது எல்லா திசு வகைகளும் தோற்றுவிகளின் அமைப்பைப் போல் அடுக்குற்றுக்காணப்படும். இதுபோல, அடுக்கற்ற தோற்றுவிகளிலிருந்துண்டான திசுவகைகள் எல்லாம் அவைகளின் அமைப்புக் கேற்ப ஒரு ஒழுங்கற்றதும் அடுக்கற்ற முறையிலும் அமைந்திருப் பதைப் பார்க்கலாம்.

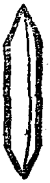
**ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளின் வடிவம் (Shape of fusiform initials):** ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளின் வடிவத்தை பீனூஸ் ஸில் வஸ்த்ரிஸ் (Pinus sylvestris) கேம்பியத்தோற்றவிகளை ஆதாரமாகக் கொண்டு ஆராய்ந்து பார்த்ததில் அவைகள் எல்லாம் 8-32 பக்கங் களைப் பெற்றும் வெவ்வேறு எண்ணிக்கையில் பக்கங்கள் அல்லது முகப்புகளைப் (facets) பெற்றும் மாறுபடுகின்றன. ஆனால்ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளின் சராசரி எண்ணிக்கை, 18- ஆகக் கணக்கிடப்பட்டு காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. இந்த 18 முகப்புகளை மேலும் ஆராய்ந்துப் பாகுபடுத்திப் பார்க்கும்பொழுது அவைகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன: (1) பரிதிக்கு இணைப் போக்கிலமைந்திருக்கின்ற இரு பக்கங்கள் (2) பக்கக் கேம்பிய முகப்புகள் பன்னிரண்டாகவும், இவைகளில் ஆறு ஒரு பக்கத்திலும் மற்ற ஆறு வேறொரு பக்கத்திலும் அமைந்திருப்பவை (3) ஒவ் வொரு பக்கத்திலும் இரண்டு ரே முகப்புகளாக, இரண்டு பக்கங் களில் நான்கு ரே முகப்புகளாக அமைந்திருப்பவை (படம் 6.5). ஆக மொத்தத்தில் ஒரு ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிக்குப் பதினெட்டு முகப்பு கள் சராசரியாக அமைந்திருக்கின்றன. அதிக வளர்ச்சியடையாத, மாறுபாடுறாத பாரங்கைமா ஸெல்லுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் பொழுது, ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவி ஸெல், நான்கு முகப்புகளை அதிகம் கொண்டுள்ளது. பதினான்கு முகப்புகள் கொண்ட ஸெல் மேற்கொண்டு பல மாறுதல்கள், அடைந்து குறிப்பாக நீளப் போக் கில் வளர்ச்சியடைந்து, தட்டையான வடிவங் கொண்டு, நான்கு முகப்புகளைக் கூடுதலாகப் பெற்று உண்டாகியிருக்கின்ற முறையில் ஃபூசிஃபாம் ஸெல், பாரங்கைமா ஸெல்லை ஒத்திருக்கின்றது.

**ஸெல் பிரிதல் (Cell division):** செடியின் உட்பாகத்தின் ஸெகண்டரி வாஸ்குலார் திசுக்களான ஸெகண்டரி ஃபுளோயமும் ஸெகண்டரி ஸைலமும் கேம்பியத்தின் தோற்றுவிகளில் பரிதிக்கு இணைப்போக்கிலேற்படுகின்ற ஸெல் பிரிதல்களினால் உண்டாகின்றன. இந்த இருவகையான வாஸ் குலார்த்திசுக்களும் ஒன்றுக்கு மற்றொன்று எதிர்புறமாகவும் ஃபுளோயம் ஸெல்கள் தண்டின் வெளிப்புறத்தை நோக் கியும், ஸைலம் ஸெல்கள் அதன் உட்புறம் நோக்கியும் சேர்க்கப்படுகின்றன. வேறு வகையில் கூறப்போனால், கேம்பியத்

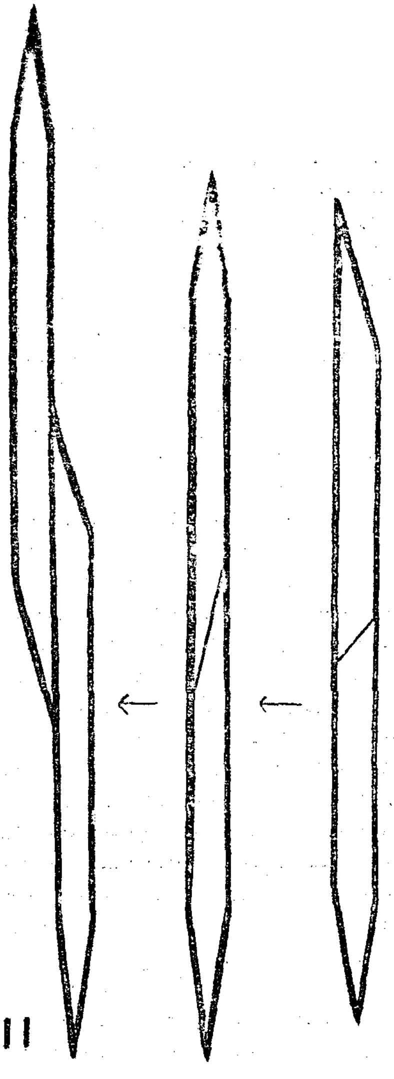


6.8

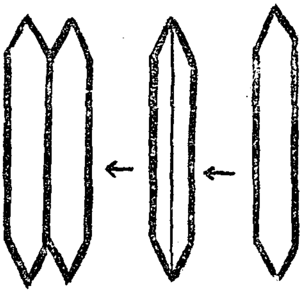
6.9



6.10



6.11



6.12

படம் 13. [6.8;6.12]

படங்கள் 6.8—6.10. மூன்று வகை முற்போக்கு நிலையைக் குறிக்கக்கூடிய மூன்றுவித மான ஃப்பூசிஃபாம் தோற்றுவிகள்.

6.8 கோனிஃபரின் ஒரு ஃப்பூசிஃபாம் தோற்றுவி; 6.9 ஒரு இரு விதையிலைத் தாவரத் தின் அடுக்கற்ற வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தின் ஒரு ஃப்பூசிஃபாம் தோற்றுவி; 6.10 ஒரு இரு விதையிலைத் தாவரத்தின் அடுக்குற்ற வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தின் ஒரு ஃப்பூசிஃபாம் தோற்றுவி. இவற்றில் செல் பிரிதல் ஏற்படுகின்ற முறைகளைக் காணவும்.

படம் 6.11. அடுக்கற்ற வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தின் ஒவ்வொரு ஃப்பூசிஃபாம் தோற்றுவி களிலும் ஏற்படுகின்ற பெருக்கும் செல் பிரிதல்களும், பிறகு ஏற்படுகின்ற மாற்றங் களும்.

படம் 6.12. அடுக்குற்ற வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தின் ஒவ்வொரு ஃப்பூசிஃபாம் தோற்றுவி களிலும் ஏற்படுகின்ற பெருக்கும் செல் பிரிதல்களும், பிறகு செல் மாற்றங்கள் ஏற்படாததையும் காணலாம்.

திற்குள்ளும் புறமுமாக சைலம், ஃப்புளோயம் சம்பந்தப்பட்ட தோன்றல்கள் தோன்றி அமைகின்றன (படங்கள் 15.24;15.26). இந்தக் குறிப்பிட்ட செல் பிரிதல் புதிதாகத் தோன்றிய வாஸ் குலார்த் திசுக்கள் தண்டின் மையத்திலிருந்து ஆரப்போக்கில் (radial) அமைவதற்குக் காரணமாகின்றது. இந்த ஆரப்போக்கு அமைவு முறை எந்தவித மாறுபாடுமடையாமல் அப்படியே அமைந்துவிடுவதுமுண்டு. அல்லது, திசுக்களில் பிறகு ஏற்படுகின்ற பலவகையான வளர்ச்சி வேறுபாடுகளினாலும் (differentiation) மேற்கொண்டு சீராக்கிக் கொள்வதினாலும் (re adjustments) இந்த ஆரப்போக்கமைப்பு முறை மாறுபடுவதுமுண்டு (படங்கள் 6.6; 6.7 ஒப்பிட்டுப் பார்க்க). வெங்கப் பரிதிக்கு இணைப்போக்கு செல் பிரிதல் கள் (tangential divisions) கேம்பியத்தின் தோற்றுவிகளில் மாத்திரம் உண்டாகின்ற ஒரு நிகழ்ச்சி என்று கூறிவிட முடியாது. இது புதிதாகத் தோன்றிய செல் தோன்றல்களிலும் ஓரளவிற்கு தொடர்ந்து ஏற்படுகின்றது.

இந்த வகையில், ஃப்புளோயமும், சைலமும் கடுமையானக் குளிர் காலங்களையும், பாதிக்கக்கூடிய வேறு வகையான சூழ்நிலைகளையும் தவிர்த்து மற்ற காலங்களிலெல்லாம் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

ஒரு தண்டில் குறுக்கு வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் பொழுது அதற்குக் காரணமான கேம்பியமும் அதன் கூடவே வளரவேண்டிய அவசியமேற்படுகின்றது. அதாவது, குறுக்கு வளர்ச்சியினால், தண்டின் குறுக்களவு அதிகரிக்கும்பொழுது, தொடக்க நிலையிலிருந்த கேம்பியம் (அதாவது அப்பொழுது தண்டின் சுற்றளவிற்கேற்ப இருந்த கேம்பியம்) அதே நிலையிலும் அளவிலுமில்லாமல் சுற்றளவை அதிகரித்துக் கொண்டே வருகிறது.

கேம்பியத்தின் சுற்றளவு அதிகரிப்பு, மேலே குறிப்பிட்ட பெருக்கும் ஸெல் பிரிதல் (**multiplicative division**) மூலம் ஏற்படுகின்றது. இந்தப் பெருக்கும் ஸெல் பிரிதல்கள் இரு வகைகளில் ஏற்படுகின்றன. ஒன்று, அடுக்குற்ற கேம்பியத்தின் தோற்றுவிகளில் ஏற்படுவது (படம் 6.12). மற்றொன்று, அடுக்கற்ற கேம்பியத்தின் தோற்றுவிகளிலேற்படுவதாகும் (படம் 6.11). அடுக்குற்ற தோற்றுவிகளில் பெருக்கும் ஸெல் பிரிதல் ஏற்படும்பொழுது, ஸெல்பிரிதல், ஆரப்போக்கில் (**radial or anticlinal**) ஸெல்களுக்கு உயரப்போக்கில் (**longitudinal**) ஏற்படுகின்றது (படம் 6.12). அதே சமயத்தில், அடுக்கற்ற கேம்பியத்தின் தோற்றுவிகளில் ஸெல் பிரிதல் குறுக்குப் போக்கிற்குப் (**transverse plane**) பலவகையான கோணங்களில் ஏற்படுகின்றது (படம் 6.11). இதன் காரணமாக, இந்தவித ஸெல் பிரிதல் மாற்றுக் குறுக்குப் பிரிதல் (pseudo transverse division) என்று கூறப்படுகின்றது. இந்த இருவிதங்களிலேற்படுகின்ற பெருக்கும் ஸெல் பிரிதலினால், அடுக்குற்ற கேம்பியத்தில் புதிதாக தோற்றுவிகள் பரிதிக்கு இணைப் போக்கில் விரிவடைகின்றன. ஆனால், அடுக்கற்ற கேம்பியத்தில் மாற்றுக் குறுக்கு ஸெல் பிரிதலினால் தோற்றுவிகளுண்டான பிறகு அவைகளின் இரு நுனிப்பாகங்களும் நீளப்போக்கில் வளர்ந்து, முன்னோடிகளின் (precursors) நீளத்தையோ அல்லது அவைகளைவிட அதிகமான நீளத்தையோ அடைகின்றன (படம் 6.11). கேம்பியத்தின் சுற்றளவு அதிகரிப்பிற்கு மேலே குறிப்பிட்ட ஸெல் பிரிதல்களும் (பெருக்கும் ஸெல் பிரிதல்) பரிதிக்கு இணைப்போக்கு விரிவும், உயரப்போக்கில் ஏற்படுகின்ற நீளும் வளர்ச்சியும், அடிப்படையானதும், மறைமுகமானதுமான காரணமாக இருந்த போதிலும், கேம்பியத்தின் விரிவும், அதிகரிப்பும் மேலும் இரண்டு விதமான நேர் முறைகளிலும் ஏற்படுகின்றன. (1) கேம்பியத்தில் புதிதாக தோன்றுகின்ற ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளின் எண்ணிக்கையின் அதிகரிப்பு (2) ரேத் தோற்றுவிகளின் எண்ணிக்கையிலேற்படுகின்ற பெருக்கம். இந்த வகைகளில், தண்டின் குறுக்கு வளர்ச்சிக்கேற்ப கேம்பியத்தின் சுற்றளவும் அதிகரித்துக் கொண்டிருக்கும். மேலும் ஆராய்ந்து பார்த்தால், கேம்பியம் இருவகைகளில் செயல்படுகிறது: (1) அதற்குள்ளும் புறமுமாக மாற்றுத் திசுக்களான ஃபுளோயத்தையும், ஸைலத்தையும் தோற்றுவித்தல் (2) தன்னைத்தானே பெருக்கிக் கொள்ளுதல். இவ்விருவகை வேலைகளையும் ஸெல் பிரிதல்களின் அடிப்படையில் கூறப்போனால், முன்னது சேர்க்கும் ஸெல் பிரிதல் என்று சொல்லப்படுகின்ற பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் ஸெல் பிரிதல் ஏற்படுவதினால்

உண்டாகிறது. பின்னது, பெருக்கும் ஸெல் பிரிதல் என்று சொல்லப் படுகின்ற ஆரப்போக்கு - நீளப்போக்கு அல்லது மாற்றுக்குறுக்கு ஸெல்பிரிதலினுல் ஏற்படுகின்றது. பெருக்கும் ஸெல் பிரிதல்களில் காணப்படுகின்ற இருவகையான ஸெல் பிரிதல்களும் [ஆரப்போக்கு நீளப்போக்கு ஸெல்பிரிதல், (radial-longitudinal division) மாற்றுக்குறுக்கு ஸெல்பிரிதல், (pseudo- transverse division)] ஸெல் பிரிதல்களும், கேம்பியத்தின் தோற்றுவிகளின் அமைப்பு முறையைப் பொருத்தும் சராசரி நீளத்தைப் பொருத்தும் வேறுபடுகின்றது.

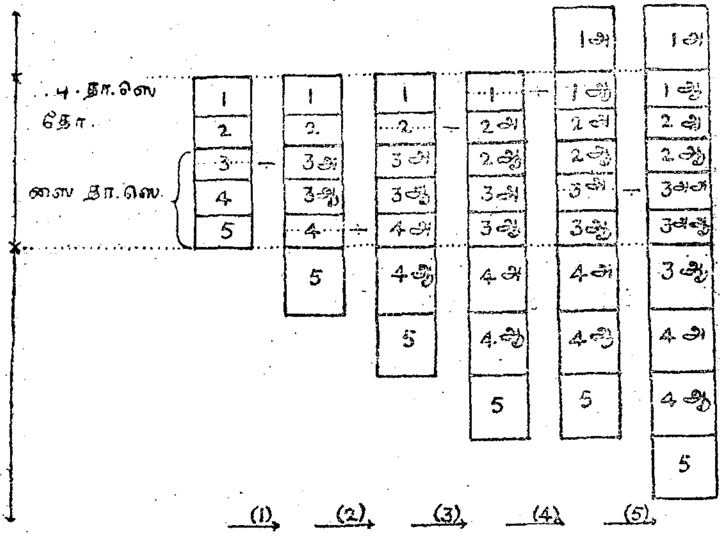
**வளர்ச்சி முறையிலேற்படுகின்ற மாறுதல்கள்**(**Developmental changes**): கேம்பியம் வளர்ந்து செயல்படும்பொழுது பல விதமான மாறுதல்களை அடைகின்றது. இம் மாறுதல்கள், அளவிலும் (size), அதன் எண்ணிக்கையிலும் (number), அமைவு முறையிலும் (arrangement) ஏற்படுகின்றன. இந்த அடிப்படைக்கருத்து கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையினின்று நன்கு தெரிந்து கொள்ளலாம். இவ் வட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் குறிப்புகள் அடுக்கற்றக் கேம்பியத்தைப் பெற்றுள்ள **பீனுஸ் ஸ்த்ரோபுஸ்** (Pinus strobus) என்னும் மரத்தின் ஸெகண்டரி ஸைலத்தை (secondary xylem) ஆராய்ந்து தொகுக்கப்பட்டதாகும். இந்த மரத்தின் ஒரு வயது அடைந்த தண்டையும் அறுபது வயது அடைந்த தண்டையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது இவைகள் இரண்டின் திசுக்களுக்கு மிடையே காணப்படும் அளவு வேறுபாடுகளிலிருந்து கேம்பியத்தின் தோற்றுவிகளில் அறுபது ஆண்டுகளில் வளர்ச்சியின் காரணமாக எந்த வகைகளில், அளவில் மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன என்பது நன்கு தெளிவாகிறது (Bailey, 1923).

| | ஓர் வயது | | அறுபது வயது | |
|---|---|---|---|---|
| ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் ஆரப் போக்கு அளவு | 2,000 மைக்ரான்கள் | | 200,000 மைக்ரான்கள் | |
| கேம்பியத்தின் பரிதி அளவு | 12,566 | ,, | 1,256,640 | ,, |
| ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளின் சராசரி நீளம். | 870 | ,, | 4,000 | ,, |
| ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளின் பரிதிக்கு இணைப்போக்கின் சராசரி குறுக்களவு | 16 | ,, | 42 | ,, |
| தண்டின் குறுக்கு வெட்டில் காணப்படும் ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளின் எண்ணிக்கை | 724 | ,, | 23,100 | ,, |
| ரேத் தோற்றுவிகளின் பரிதிக்கு இணைப் போக்குச் சராசரி குறுக்களவு | 14 | ,, | 17 | ,, |
| தண்டின் குறுக்கு வெட்டில் காணப்படும் ரேத் தோற்றுவிகளின் எண்ணிக்கை | 70 | ,, | 8,796 | ,, |

இந்த அட்டவணையை அடிப்படையாக வைத்துக் கொண்டு பார்க்கப்போனால், ஒரு மரம் அறுபது வயது அடையும்பொழுது அதன் கேம்பியத்தில் எந்தெந்த வகைகளில் மாறுதல்கள் ஏற்படு கின்றன என்பது நன்கு விளங்குகின்றது. மேலே கொடுக்கப் பட்ட மாறுதல்களையெல்லாம் ஒன்று சேர்த்துப் பார்க்கப்போனால், ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் ஆரப்போக்கின் அளவும், கேம்பியத்தின் பரிதியளவும், ஃபூசிஃபாம், ரேத் தோற்றுவிகளின் பரிதிக்கு இணைப் போக்கின் சராசரி குறுக்களவு போன்ற அளவு வகைகளில் ஒரு மரம் அறுபது ஆண்டுகள் நிறைவுபெறும் பொழுது, அதன் கேம்பியத்தில் இந்த வகையான மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. கேம்பியத்திலடங்கியுள்ள ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளின் சராசரி நீளம் அறுபதாண்டு காலத்திற்குள் பன்மடங்கு அதிகரிப்பதோடல் லாமல் அவைகளின் எண்ணிக்கையும் பன்மடங்கு அதிகரிக்கின்றது. இது போன்று ரேத் தோற்றுவிகளின் எண்ணிக்கையும் பல மடங் காக அதிகரிக்கின்றது. ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளின் எண்ணிக் கைப் பெருக்கம், பெருக்கும் ஸெல் பிரிதலைத் (**multiplicative division**) தொடர்ந்து ஏற்படுகின்ற நுனி நுழைவு வளர்ச்சியினால் (**apical intrusive growth**) உண்டாகின்றது. ஆனால் ரேத் தோற்றுவிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பு பீனூஸ் (**Pinus**) இனத் தைப் பொருத்தமட்டில் ரேத் தோற்றுவிகளிலேயே ஸெல் பிரிதல்கள் ஏற்படுவதற்குப் பதிலாக, ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளி லிருந்தோ அல்லது ஃபூசிஃபாமிலிருந்து உடனடியாகத் தோன்றிய ஸெல் தோன்றல்களில் ஏற்படுகின்ற சில வகை மாற்றங் களினாலோ, புதிதாக ரேத் தோற்றுவிகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இந்த வகையில், ரேத் தோற்றுவிகளின் எண்ணிக்கையில் அதிகரிப்பு ஏற்படுகின்றது.

கேம்பியத்தில் மேற்கூறப்பட்ட வகைகளில் மாற்றங்கள் ஏற்படுவதோடல்லாமல் வேறு பல வகையான மாறுதல்களும் ஏற்படுவதுண்டு. உதாரணமாக, ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகள் சில மறைந்து விடுவதுமுண்டு. அல்லது அவை ரேத் தோற்றுவிகளாக மாறிவிடுவதுமுண்டு. மேலும், அடுத்தடுத்துள்ள ஒரு சில ரேத் தோற்றுவிகள் ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணைவதினால் ரேத் தோற்றுவிகளின் உயரமும் அகலமும் கூட அதிகரிக்கின்றன. இதற்கு மாறாக, ஒரு ரேத் திசு பிரிக்கப்பட்டு, பல சிறு ரேக்களுண் டாகி, இதன் விளைவாக, ரேக்களின் எண்ணிக்கையில் அதிகரிப்பு ஏற்படுவதுண்டு. சில சமயங்களில், ரேத் தோற்றுவிகள் இருந்த இடங்களிலிருந்து மறைந்து போவதுமுண்டு. இதனால் இவைகளின் எண்ணிக்கையில் குறைவு ஏற்படுகின்றது.

**தோன்றல்களுண்டாகின்ற முறை (Mode and formation of derivatives):** கேம்பியத்திலடங்கியுள்ள தோற்றுவிகளிலிருந்து, செல் தோன்றல்கள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன என்பதை கீழே கொடுக்கப்பட்ட அனுமான மாதிரிப் படத்திலிருந்து (hypothetical model) தெரிந்து கொள்ளலாம். முன்பு குறிப்பிட்டபடி சேர்க்கும் செல் பிரிதல் வகையினடிப்படையில் பரிதிக்கு இணைப் போக்கில் (tangential) செல் பிரிதல் ஏற்பட்டு தோன்றல்களுண்டாகின்றன. இந்தப் பிரிதல் எந்த முறைப்படி ஏற்படுகின்றது




6.13

படம் 6.13. ஆரப்போக்கிலமைந்த ஐந்து வாஸ்குலார் கேம்பியம் செல்களும் அவைகளில் இருந்து அடுத்தடுத்து ஏற்படுகின்ற ஐந்து செல் பிரிதல்களினுல் ஏற்படும் சைலம், ஃபுளோயம் செல்களைக் குறிக்கின்றன.

ஃபு.தா.செ. புளோயம் தாய் செல்கள்; தோ. தோற்றுவி; சை.தா.செ. சைலம் தாய் செல்கள்.

என்பதைக் குறித்துப் பார்ப்போம். உதாரணமாக, தொடக்கத்தில் ஒரு ஃபுளோயம் தாய் செல் (phloem mother cell) ஒரு தோற்றுவி (initial) மூன்று சைலம் தாய் செல்கள் (xylem mother cells) ஒன்றன் கீழ் ஒன்ருக அமைந்திருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம் (படம் 6.13). இதில் ஃபுளோயம் செல்கள் (phloem cells) ஃபுளோயம் தாய் செல்லில் செல் பிரிதல் ஏற்பட்ட பிறகு,

மாறுபாடடைகின்றன. ஆனால், ஸைலத்திற்கடுத்தாற் போலிருக்கின்ற ஸெல்லோ, தோற்றுவியிலோ அல்லது ஸைலம் தாய் ஸெல்களிலோ, ஸெல் பிரிதல் ஏற்பட்ட பிறகுதான் மாறுபட்டு ஸைலமாகின்றது. இந்த வகையில் பார்க்கப்போனால், முதல் மூன்று ஸெல் பிரிதல்களும் தோற்றுவியிலோ அல்லது ஸைலம் தாய் ஸெல்களிலோ ஏற்பட்டு ஸைலம் ஸெல்கள் தோன்றுகின்றன. நான்காவது ஸெல் பிரிதல் ஃபுளோயம் தாய் ஸெல்லிலேற்பட்டு ஃபுளோயம் ஸெல் உண்டாகின்றது. இதற்கடுத்து ஐந்தாவது ஸெல் பிரிதல் தோற்றுவியிலோ அல்லது ஸைலம் தாய் ஸெல்லிலோ மறுபடியும் ஏற்பட்டு மீண்டும் ஒரு முறை ஸைலம் ஸெல் உண்டாகின்றது. இந்த அனுமான நிகழ்ச்சியை வேறுவகையாகவும் விகிதப்படுத்தியும் கூற வேண்டுமானால், ஃபுளோயம் ஸைலம் ஸெல் சந்ததிகளுக்கிடையே உள்ள விகிதம் 4:1 ஆக நிகழ்கின்றது. இது 5- ஸெல் அடுக்குகளைகொண்ட கேம்பியம் பகுதியிலேற்படுகின்ற ஒரு நிகழ்ச்சியாகும். இதுபோல் 14- ஸெல் அடுக்குகளைக் கொண்ட கேம்பியம் பகுதியாக இருந்தால் அதில் எதிர்பார்த்து நிர்ணயிக்கக் கூடிய விகிதம் 13:1 ஆக இருக்கக்கூடும். இவ்வாறாக, ஒவ்வொரு ஆரப்போக்கு கேம்பியம் பகுதியிலும் (radial cambial zone) ஸெல் சந்ததிகள் ஏற்படுகின்றன. ஆனால், அதே சமயத்தில், கேம்பியத்தில் உள்ள எல்லா தோற்றுவிகளும் ஸெல் பிரிதல்களை அடைகின்றன என்று உறுதியாகக் கூறுவதற்கில்லை.

பருவகால சம்பந்தப்பட்ட செயல் (Seasonal activity): கேம்பியம் செயல்படுவது, தாவர வகையையும் பருவகாலத்தையும் பொருத்திருக்கிறது. அதாவது, தாவரங்கள் ஓராண்டு வாழ்பவைகள் (annuals) அல்லது ஈராண்டு வாழ்பவைகளாக (biennials) இருந்தால், அவைகளின் வாழ்வு காலம் மிகவும் குறைந்ததாக இருப்பதனால், கேம்பியம் செய்கின்ற வேலை, தழைவிடும் நிகழ்ச்சியுடன் (vegetative stage) இணைந்திருக்கும். அதாவது, இவ்வகைத் தாவரங்களில், தழைவிடும் நிகழ்ச்சி நடந்து கொண்டிருக்கும்பொழுது, கேம்பியம் செயல்படுகிறது. அதே சமயத்தில், இவ்வகைத் தாவரங்கள் மலர் விடு நிகழ்ச்சியை (reproductive stage) அடையும்பொழுது, கேம்பியத்தின் செயல் தடைபட்டு நின்று விடுகின்றது. இந்த அடிப்படையில் ஆராயும் பொழுது, கேம்பியத்தின் வேலை மேற்சொன்ன தாவர வகைகளைப் பொருத்தமட்டில், அவைகளின் தழைவிடு நிகழ்ச்சியுடன் மட்டும் சம்பந்தப்பட்டிருக்கிறது என்று கூறலாம். ஆனால், பல ஆண்டு வாழ்பவைகளில் (perennials) தழைவிடு, மலர்விடு நிகழ்ச்சிகள் மாறி மாறி வருவதினால், கேம்பியத்தின் செயல்படு முறையும் இதற்குத் தகுந்தாற்போல் மாறி மாறி ஏற்படுகின்றது. இது

போன்று மிதச் சீதோஷ்ணப் பிரதேசங்களில் (**temperate regions**) வளர்கின்ற மரங்களில் குளிர் பருவத்தின் விளைவாக தழைவிடு நிகழ்ச்சியும், மலர்விடு நிகழ்ச்சியும் குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்குப் பிரிக்கப்பட்டிருப்பதோடல்லாமல் படிப்படியாகக் குறைந்து கொண்டு வந்து கடைசியில் செயலற்ற தன்மையை அடைகின்றது என்பது குறிப்பிடத்தக்கதொரு உண்மையாகும்.

# 7. புறத்தோல் (Epidermis)

செடிகளின் இளம் பாகங்கள் எல்லாவற்றிலும், வேர்களைத் தவிர்த்து, மேற்புறமாக அமைந்திருக்கக்கூடிய ஓர் வரிசைத் (uniseriate) திசுவிற்குப் புறத்தோல் (epidermis) என்று பெயர். இது குறிப்பிட்ட சில உதாரணங்களில் ஓர் வரிசைக்குப் பதிலாக, பல வரிசைகளில் அமைந்திருப்பதுமுண்டு. இந்தப் புறத்தோலி லுள்ள செல்கள், அவை செய்கின்ற செயல்களைப் பொருத்தும் அவைகளின் உருவ அமைப்புகளைப் பொருத்தும் வெவ்வேறு வகை யினதாக இருக்கின்றதைப் பார்க்கலாம். உதாரணமாக, ஒரு இலையின் புறத்தோலை ஆராய்ந்து பார்த்தால், அதில் ஸ்டோமாட் டாக்களும் (குறிப்பாகக் கீழ் புறத்தோலில்) ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வகையான கேசரங்களும், சில சமயங்களில், தனிப்பட்ட சுரப்பிகளும் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். எப்படியிருப்பினும், புறத்தோல் அமைந்திருக்கின்ற பகுதிகளைப் பொருத்தும் அதன் வளர்ச்சி வரலாற்றின் அடிப்படையிலும் அது ஒரு தனிவகைத் திசு என்றுகூறவேண்டும். செடி இனங்களின் காற்றுவெளி சம்பந்தப்பட்ட (aerial) உறுப்புக்களின் புறத்தோல், தோற்றம், வளர்ச்சி முறை, வேர்களின் புறத்தோல் தோற்றம், வளர்ச்சி முறையிலிருந்து வேறுபடுகின்ற காரணத்தினால் வேர் களின் புறத்தோலை வேறுபடுத்தியறிவது அவசியமாகின்றது. இதனால் வேர்களின் புறத்தோல், ரைஸோடெர்மிஸ் (rhizodermis) அல்லது எபிபிலம் (epiblem) என்று கூறப்படுகின்றது. மேலே கூறியதிலிருந்து, புறத்தோல், செடியின் இளம் உறுப்புக் களின் உறையாக இருக்கின்றது என்பதாகத் தெரிந்து கொண் டோம். இதையே வேறு முறையில் கூறினால், செடியின் உறுப்புக் களில் ஸெகண்டரி வளர்ச்சியின் காரணமாக பெரிடெர்ம் (periderm) உண்டாகாத நிலைவரை, அவைகளில் புறத்தோல் மட்டும்தான் வெளிப்புறமாக அமைந்திருக்கின்றது என்றும் கூறலாம். ஆனால் ஆஸர் ஸ்திரையாதும் (Acer striatum) என்னும் இனத்தில் மட்டும் இந்த உண்மைக்கு விதி விலக்காக, ஸெகண்டரி

வளர்ச்சி, பல ஆண்டுகளுக்கு ஏற்பட்ட பிறகும் கூட அதன் உறுப்புக்களில் முதன் முதலில் உண்டான புறத்தோலே அமைந் திருப்பதாகக் கூறப்பட்டிருக்கின்றது. இந்த குறிப்பிட்ட ஒரு இனத்தில் மட்டும் முதலிலுண்டான புறத்தோல், மேற்கொண்டு அதிக செல் பிரிதல்கள் ஏற்படுவதின் மூலம் உறுப்புக்களின் வளர்ச்சிக்குத் தக்கவாறு வளர்ந்துகொண்டு வருகிறது. இதனுல், இதன் புறத்தோல், மற்ற இனங்களின் முதலில் உண்டான புறத் தோல்போல் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

பல வரிசைப் புறத்தோல் (Multiseriate epidermis): சாதாரணமாக எல்லா தாவர இனங்களிலும் புறத்தோல் ஓர் வரிசையுடையதாக இருக்கின்றது என்று மேலே கூறினோம். ஆனுல், ஒரு சில குறிப்பிட்ட இனங்களில் மேல் பரப்பிலிருக்கின்ற புறத்தோலை அடுத்து, பல வரிசைகளில் புறத்தோலை ஒத்த திசுக்கள் ஒரு ஒழுங்கான முறையில் அமைந்திருக்கின்றன. இந்தப் பல வரிசைப் புறத்தோல் இரு வகையான ஆக்குத்திசுக் களிலிருந்து தோன்றலாம். டெர்மட்டோஜன் (dermatogen) அல்லது டூனிக்கா (tunica) அடுக்குகளின் ஆக்குத்திசுவினின்றும் அல்லது அடிப்படை ஆதார ஆக்குத்திசு (ground meristem)விலிருந் தும் உண்டாகலாம். புரோட்டோடெர்மிலிருந்து உண்டானுல் அப்பொழுது ஏற்படுகின்ற வரிசைத் திசு, பல வரிசைப் புறத்தோல் (multiseriate epidermis) என்றும், அடிப்படை அல்லது ஆதாரத் திசுவிலிருந்து உண்டாகின்ற வரிசைத் திசு, புறத்தோல் அடுக்கு (hypodermis) என்றும் கூறப்படுகின்றது. ஆனுல், மேலே கூறிய படி தோற்றம், வளர்ச்சி முதலியவற்றின் அடிப்படையில் வேறு பட்டதாகத் தெரிந்தாலும் ஒரு முதிர்ச்சி அடைந்த உறுப்பில் இந்த வரிசைத்திசு புறத்தோலுக்கு அடுத்து காணப்படும்பொழுது தோற்றம், வளர்ச்சி தெரிவதில்லை. இருக்குமிடம், முறை முதலியவைகளைப் பொருத்து, பார்வைக்குப் பல வரிசைத் திசுக் களாக இருக்கின்றபடியால் பொதுப்படையாக இதைப் பல வரிசைப் புறத் தோல் எனக் கூறுவது சிறந்ததாகும் (படம் 7.35). சாதாரணமாக, பல வரிசைப் புறத்தோலே, மோரேஸி (Moraceae), பெகோனியேஸி (Begoniaceae), பிப்பரேஸி (Piperaceae), பித்தோஸ்போரேஸி (Pittosporaceae), மால்வேஸி (Malvaceae), அரிக்கேஸி (Arecaceae Palmae), ஓர்க்கிடேஸி (Orchidaceae) (படம் 17.5) குடும்பங்களில் காணலாம். சில ஓர்க்கிட்களின் (orchids) வேர்களில் காணப்படுகின்ற வெலாமன் (velamen) என்ற புறத்திசு வகைகளும், பல வரிசைப் புறத்தோலின் வகையில் சேர்த்துக் கொள்ளலாம்.

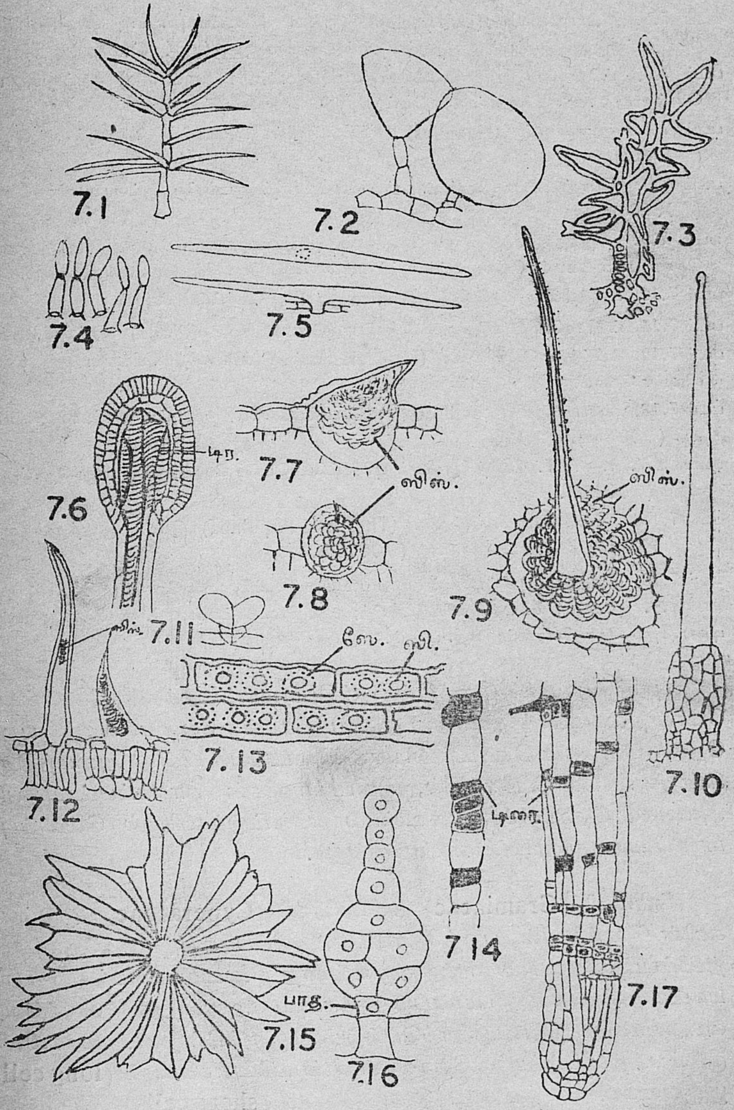
தண்டினத்தின் (shoot) புறத்தோல் நுனி ஆக்குத்திசுவின் வெளிப்புறத்தில் அமைந்திருக்கின்ற செல்களின் அடுக்கிலிருந்தும் அதாவது டூனிக்கா (tunica) அடுக்கிலிருந்தும் அல்லது, இதை அடுத்து உட்புறமாக அமைந்திருக்கும் திசுக்களும் முன்னதும் ஒன்று சேர்ந்தும், அல்லது தனிப்பட்ட தோற்றுவிகளிலிருந்தும் உண்டாக லாம். நுனி ஆக்குத்திசு, தனிப்பட்ட தோற்றுவிகளைப் பெற் றிருக்கும் தாழ்ந்த நிலையிலுள்ள செடிகளில் புறத்தோலும், உட் புறமாக அமைந்திருக்கின்ற ஏனைய திசுக்களும் ஒரே மூலத்திலிருந்து அதாவது ஒரு தோற்றுவியிலிருந்துதான் உண்டாக்கப்படுகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். உயர்ந்த இனங்களின் வேர்களில் ரைஸோடெர்மிஸ் அல்லது எபிபிலம், வளர்ச்சி முறையைப் பொருத்து அவைகளின் வேர் நுனி மூடி அல்லது புறணி பாகத் துடன் சம்பந்தப்பட்டிருக்கிறது.

புறத்தோலின் நிலைத்து நீடித்திருக்கின்ற காலவரையறை தாவர இனங்களையும், குறிப்பாக, செகண்டரி வளர்ச்சியின் மாறு தல்கள் ஏற்படுகின்ற காலத்தைப் பொருத்து வெவ்வேறு நிலையி லிருக்கின்றது.

புறத்தோலின் அமைப்பைப் பொருத்த மட்டில் அது ஒத்த இயல்புகளையுடைய செல்களிலான திசு அல்ல என்று தெரிந்து கொண்டோம். அதில் புறத்தோல் செல்களும் (epidermal cells), ஸ்டோமாட்டாக்களும் (stomata), பலவகையான கேசரங்களும் (hairs), தண்டினத்தின் உறுப்புகளிலும், வேர்த்தூவிகள், வேர்களின் ரைஸோடேர்மிஸ் அல்லது எபிபிலமிலும் சாதாரண மாக காணப்படுகின்றன. இப்பொழுது ஒவ்வொன்றையும் குறித்து விரிவாக ஆராய்வோம்.

**புறத்தோல் செல்கள் (Epidermal cells)**: பொதுவாக, இந்த செல்களின் வடிவம் தட்டையாக (tabular) இருக்கின்றது. ஏனென்றால், செல்களில் ஒவ்வொன்றும் தன் மேல்பரப்பிற்கு நேர்க் கோணப்போக்கில் அளவு குறைந்திருக்கும். ஆனால் இதற்கு மாறாக சில இனங்களின் விதைகளின் புறத்தோல் மேற்சொன்ன போக்கில் அதிக அளவையும் அல்லது ஆழத்தையும் பெற்றிருக் கின்றது. புறத்தோல் செல்களின் வடிவம் அதிக அளவில் மாறக் கூடியது. மேலும், செல்களின் வடிவம், அவை அமைந்திருக்கும் உறுப்புகளைப் பொருத்து வெவ்வேறு உருவத்துடன் அமைந்திருக் கின்றன. உதாரணமாக, மேற்பரப்பில் பார்ப்பதற்கு நீண்டவடிவத் துடன் நீளப்போக்கில் வளர்ச்சியுற்ற உறுப்புக்களான, தண்டு, இலைக்காம்பு, இலைமையநரம்பு (midrib), ஒரு விதை இலைத்தாவர

இனங்களின் இலைகள், கேசரங்களின் அடிப்பாகங்கள், ஸ்டோமாட்டாவைச் சூழ்ந்திருக்கும் செல்கள் முதலியவைகளில் எல்லாம் காணப்படுகின்றன. ஆனால், அதே சமயத்தில் புறத்தோலுக்குட்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற ஸ்கிலரங்கைமாத் தொகுப்பிற்கு (sclerenchyma strand) அடுத்து மேற்புறமாக இருக்கின்ற புறத்தோல் செல்கள் மிகவும் சிறியதாகவும் தட்டையாகவும் ஏனைய புறத்தோல் செல்களிலிருந்து மாறுபட்டும் காணப்படுகின்றன. (படம் 7.38). மேலும், ஒரு இலையின் இருபக்க, புறத்தோல் செல்களும் வெவ்வேறு வடிவத்துடன் அமைந்திருப்பதைக் காணலாம். சிலசமயங்களில், செல்கள் சமபக்கங்களையும், நேரான செல்லுறைகளையும் பெற்றிருப்பதுண்டு. செல்களின் வடிவத்தைப் பொருத்து புறத்தோல்கள் மாறுபடுவதல்லாமல் அவைகளின் பக்க உறைகளின் தன்மையைப் பொருத்தும் பெரிதும் மாறுபடுகின்றன. உதாரணமாக, அக இதழ்கள் (petals), அனேக இலைகளின் குறிப்பாக கீழ்ப்புறத்தோலின் பக்க உறைகள் குறிப்பாக ஆண்டிக்கிலைனல் செல்லுறைகள் (anticlinal walls), அலைபோன்ற வளைவுகளுடனிருக்கின்றன (படம் 7.37). வெளிப்புறமாக நோக்கியிருக்கும் செல்லுறைப்பகுதி, தட்டையாகவோ, சிறிது உயர்த்தப்பட்டு குவிந்தோ (convex) அல்லது பேபில்லா (papilla) என்று சொல்லப்படுகின்ற பல சிறிய குவிந்த சிகரம் போன்ற அமைப்புகளைப் பெற்றோ காணப்படலாம். கிராமினி (Gramineae) யின் சில இனங்களிலும், அடியாந்தும் (Adiantum) செலாஜினல்லா (Selaginella) போன்றவைகளிலும் புறத்தோல் செல்கள் அதிக அளவில் நீண்டு, பார்வைக்கு நார் செல்கள் போன்றிருக்கின்றன. அகாந்தேஸி (Acanthaceae) மோரேஸி (Moraceae) உர்த்திக்கேஸி (Urticaceae) கூக்கூர்பித்தேஸி (Cucurbitaceae) போன்ற குடும்பங்களில் புறத்தோலின் சில செல்கள் மற்றவைகளை விட மிகப் பெரியதாகவும் படிகத் தொகுப்பை (crystal aggregate) அல்லது ஸிஸ்டோலித்களைப் (cystoliths) பெற்றும் முற்றிலும் வேறுபட்ட நிலையில் காணப்படுகின்றன. இப்படிப்பட்ட அமைப்புகள் லித்தோஸிஸ்ட்கள் (lithocysts) என்றழைக்கப்படுகின்றன (படங்கள் 7.7-7.9). சில இனங்களின் விதைகளின் புறத்தோல்களும் (படம் 10.2) அல்லியும் ஸத்திவும் (Allium sativum) ஸ்கேல் இலைகளின் (scale leaves) புறத்தோல்களும் (படங்கள் 7.39 ; 7.40) முழுவதிலும் தனிப்பட்ட ஒரு வகை செல்களான தடிப்புற்ற செல்களைப் (sclereids) பெற்றிருக்கின்றன. இதனால், இவைகளின் புறத்தோல் செல்கள் சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்ற செல்களிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன.




படம் 7.1. பிளத்தானுஸ் (Platanus) கிளையுற்ற கேசம் ( X 60)
படம் 7.2. அத்திரிபிளக்ஸ் போர்த்துலகாய்டிஸ் (Atripiox portulacoides) குடுவைக் கேசங்கள்.
படம் 7.3. மெடினிலலா (Medinella) இணையுற்ற கேசம்.
படம் 7.4. பாம்புஸா (Bambusa) இரு ஸெல் மைக்ரோகேசங்கள் ( X 146)

படம் 7.5. லோபுலாரியா (Lobularia) இருபக்க கிளைகளையுடைய கேசம்; பக்கத் தோற்றத்தையும், பரப்புத் தோற்றத்தையும் கவனிக்கவும் ( X 66).

படம் 7.6. ட்ரோஸிரா ரோடுண்டிஃபோலியா (Drosera rotundifolia) சுரக்கும், பல ஸெல்களாலான கேசத்தின் நீள் வெட்டு.

படம் 7.7. ஹுமுலுஸ் (Humulus) ஸிஸ்டோலித் அடங்கிய வளையுள்ள கேசம் ( X 326).

படம் 7.8. பொஹ்மீரியா (Boehmeria) ஸிஸ்டோலித் அடங்கிய குட்டையான கேசம் ( X 206).

படம் 7.9. லித்தோஸ்பர்மும் ஓஃபிஸினேல் (Lithospermum officinale) சொர, சொரப்பான கேசம்; கேசத்தைச் சூழ்ந்துள்ள ஸிஸ்டோலித்களைக் கவனிக்கவும்.

படம் 7.10. உர்த்திக்கா கிராஸிலிஸ் (Urtica gracilis) கொட்டும் கேசம்.

படம் 7.11. ட்ரோஸிரா ரோடுண்டிஃபோலியா (Drosera rotundifolia) சுரக்கும் கேசம்.

படம் 7.12. ஃபிக்குஸ் இலாஸ்டிகா (Ficus elastica) ஸிஸ்டோலித் அடங்கிய ஒரு ஸெல்லிலான கேசம்.

படம் 7.13. புல்போஸ்டிலிஸ் (Bulbostylis) ஸேடலேட்களால் சூழப்பட்ட ஸிலிகா அமைப்புகள் ( X 375).

படங்கள் 7.14.—7.17. வேர்த் தூவிகள் புரோட்டோடெர்ம் ஸெல்களிலிருந்து தோன்றும் விதம் ( X 160).

படம் 7.15. தெஸ்பீஸியா போபுல்னியா (Thespesia Populnea) இலைக் குறுத்துக்களின் மைய இணைவு கொண்ட கேசங்கள் ( X 166).

படம் 7.16. (Sida acuta) ஃப்லாஸ்க் வடிவ பல ஸெல்களினுலான கேசம் ( X 273).

டி.ர. டிரக்கீட்; ஸிஸ்த். ஸிஸ்டோலித்; ஸே. ஸேடலேட்கள்; ஸி. ஸிலிகா அமைப்பு; டிரை. டிரைகோ பிளாஸ்ட்; பாத. பாதம்.

புறத்தோலில் இருக்கின்ற ஸ்டோமாட்டாக்கள், கேசரங்கள் போன்றவைகளைத் தவிர்த்து ஏனைய பாகங்களில் எல்லாம் புறத்தோல் ஸெல்கள் தொடர்ச்சியாக, இடைவெளியின்றி அமைந்திருக்கின்றன. சில வேளைகளில், இடைவெளிகள் காணப்பட்டாலும், அவைகள் தொடர்ச்சியாக உண்டான கூட்டுக்களினுல் வெளிப்புறமாகப் படிந்து மூடிக்கொண்டிருக்கும்.

கிராமினி (Gramineae), ஸிப்பரேஸி (Cyperaceae) குடும்பங்களின் இனங்களின், புறத்தோல்கள், குறிப்பாக கீழ்புறத்தோல்கள், தனிப்பட்ட வகையாகவும், ஒரு உன்னத நிலையையடைந்தும் பாகுபாட்டியலில் நன்கு பயன்படுத்தக்கூடிய அளவிற்கு வெவ்வேறு வகையான இயல்புகளைப்பெற்றும் இருக்கின்றன. கிராமினிக் குடும்பத்தில் கீழ்ப்புறத்தோல்கள் நீண்டஸெல்களையும் (long cells) இருவகையான குட்டை ஸெல்களையும் (short cells) பெற்றிருக்கின்றன. இவை இனத்திற்குத் தக்கவாறு ஒருகுறிப்பிட்ட முறையில் ஒழுங்காகவும் வரிசைக்கிரமமாக அமைந்தும், உறுப்புக்களின் உயரப்போக்கில் ஒவ்வொரு வரிசையும் மற்றொன்றிற்கு இணைப்போக்கில் வியத்தகு அளவில் அமைந்திருக்கின்றன (படம் 7.37). இருவகையான குட்டை ஸெல்களும் சாதாரணமாக ஜதையுற்றும் அடுத்

தடுத்தும் அமைந்திருக்கக் கூடியவைகள் (படம் 7.37). இந்த இரு வகைக் குட்டை செல்கள்:ஒன்றில் ஸிலிகன்டை ஆக்ஸைட் (silicon di oxide)என்ற பொருள்படிந்து இனத்திற்குத் தக்கவாறு அது வெவ் வேறு வடிவத்தைப் பெற்றுமிருக்கும். இப்படிப்பட்ட செல்கள் ஸிலிகா செல்கள் (silica cells) எனப்படுகின்றன. இந்த ஸிலிகா செல்லுடன் அடுத்திருக்கின்ற குட்டை செல் ஸூபரினுலான செல்லுறையைப் பெற்று, அடிக்கடி அங்ககப் பொருளைப் (orgainc material) பெற்றிருக்கின்றது. இவ்வகை செல்லுக்குக் கார்க் செல் (cork cell) என்று பெயர் (படம் 7.37). இவைகளும் ஸிலிகா எனும் பொருளைக் பெற்றிருப்பதுமுண்டு. இவற்றுடன், இனத்தைப் பொருத்து பேப்பிலாக்களும் (papillae) முட்களும் (spines) சுணை களும் (bristles) நீண்ட அல்லது குட்டைக் கேசரங்ரகளும் (long and short hairs) கலந்து காணப்படும்.

ஸிப்பரேஸி (cyperaceae) எனும்குடும்பத்தில் புறத்தோல்கள் கிராமினிக் குடும்பத்தின் புறத்தோல்களைப் போன்று உன்னத நிலையை அடைந்திருந்தபோதிலும், அவைகளின் புறத்தோல்கள் வேறுவகையான அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. உதாரணமாக, இவைகளின் புறத்தோல்களில் கார்க்செல்கள் உண்டாவதில்லை. ஸிலிகா செல்கள் ஒவ்வொன்றிலும் ஸிலிகாப் பொருள்கள் கூம்பு வடிவத்துடன் (cone shaped) ஒன்று:அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கைகளில் பெற்றும், ஆனல், இனத்திற்குத் தக்கவாறு குறிப் பிட்ட நிரந்தர எண்ணிக்கையுடனும் இருக்கின்றன. சிலவற்றில் ஆப்பு வடிவத்துடனும் (wedge shaped) காணப்படுவதுண்டு. இந்த ஸிலிகா அமைப்புகளைச் (silica bodies) சுற்றிப் பல நுண்ணிய அமைப்புகள் வட்டவடிவமாக அமைந்திருப்பதுண்டு. இவைகள் சாட்டலைட்கள் (satellites) என்றழைக்கப்படுகின்றன (படம் 7.13).

இந்த இயல்புகளை அடிப்படையாகக்கொண்டு இனங்களைப் பிரித்தறிய வெகுவாகத் தற்காலத்தில் பயன்படுத்தப்பட்டு வரு கின்றது. ஸிப்பரேஸியின் ஸிலிக்கா செல்கள் நரம்புகளுக்கு மேலமைந்திருக்கின்ற கீழ்புறத்தோல் செல்களில் காணப்படு கின்றன (படம் 7.13). சாதாரணமாக ஸிலிகா செல்கள் குறுகலாக இருக்கின்றன.

கிராமினி (Gramineae) ஸிப்பரேஸி (cyperaceae) குடும்பங்களிலும் ஹிலோபியி (Helobieae) எனும் பிரிவைத் தவிர ஏனைய ஒரு விதை இலைக் குடும்பங்களில். மற்ருெரு வகையான புறத்தோல் செல் கள் காணப்படுகின்றன. இவை புல்லிஃபாம் செல்கள் (bulliform cells) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவைகள் ஒவ்வொன்றும்

ஏனைய புறத்தோல் செல்களைவிடப் பல மடங்கு பெரிதாகவும் மெல்லிய ஆரப்போக்கு செல்லுறைகளைப் பெற்றும், வெளிப்புற செல்லுறை அதிகமாக தடிப்புற்றும், அதிக அளவிற்கு சாற்றுக் குழிகளைப் பெற்றும் காணப்படுகின்றன (படம் 7.38). இவைகள், குறிப்பாக நரம்புகளுக்கு இடைப்பட்ட பள்ளமான பகுதிகளிலும் சிலவேளைகளில் நரம்புகளுக்கு மேற்புறமாகவும் அமைந்திருக்கும் செல்கள் மாறுபாடுகளடைவதினால் உண்டாகின்றன. சாதாரணமாக இருக்கக்கூடிய புறத்தோலுக்குப் பதிலாக, சில உதாரணங்களில் மேற்கூறப்பட்ட மாறுபாடுகளைப் புறத்தோல் செல்கள் அடைவதினால், மேற் புறத்தோல்களே புல்லிஃபாம் செல்களாக மாறுகின்றன. புல்லிஃபாம் செல்கள் நரம்புகளுக்கிடைப்பட்ட, பள்ளமான பகுதிகளில் மேற்தோலில் காணப்படுவதோடல்லாமல் அவை வரிசைக் கிரமமாகவும் அடுத்தடுத்திருக்கின்ற நரம்புகளுக் கிணைப்போக்கிலும் அமைந்திருக்கின்றன. புல்லிஃபாம் செல்களைக் குறுக்குவெட்டில் பார்க்கும்பொழுது அவை சாதாரணமாக ஆப்புப் போன்ற வடிவத்திலும், சிலவற்றில் வட்ட வடிவத்திலும் அல்லது வேறுவகையான வடிவங்களிலும் விசிறிபோன்று விரிந்த தோற்றத் திலும் உள்ளன. (படம் 7.38). இவைகள் தொகுப்புகளாக அமைந்திருக்கும் பொழுது நடுவில் அமைந்திருக்கும் செல் மற்றவைகளைவிடப் பெரியதாக இருக்கின்றது. இவ்வகை செல்களின் செல்லுறை செல்லுலோஸினாலும், பெக்டிக் கூட்டுப் பொருளினாலும் ஆனது. இவை வளர்ச்சியடைந்துகொண்டு வரும் இலைகளை விரிவடையச் செய்யப் பயன்படுகின்றன என்று ஒரு சாரார் கருதுகின்றனர். இரண்டாவது கருத்தின்படி, இவை முதிர்ச்சியுற்ற இலைகளை நீர்த்தன்மை மாற்றங்களினால் விரிவடையச் செய்வதற்கும் சுருங்கச் செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றன என்பதாகும். மூன்றாவது கருத்தின்படி, இவை நீரைச் சேமித்து வைத்துக்கொள்ளப் பயன்படுகின்றன. இவைகளில் முன்னிருக் கருத்துக்களைவிட மூன்றாவது கருத்து உண்மையான நிலையைக் குறிக்கின்றது என காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. புல்லிஃபாம் செல்களின் இயல்புகளும் அவைகளில் காணப்படுகின்ற வேறுபாடுகளும் ஓரளவிற்கு பாகுபாட்டியலில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

செல்லுறை அமைப்பும், அடக்கப் பொருள்களும் (**Cell wall structure and contents**): செல்லுறைகள் பிரைமரி செல்லுறையாகவும், மெல்லியதாகவும் அல்லது சில வேளைகளில் செகண்டரி செல்லுறைகளைப் பெற்றுத் தடிப்புற்றும் (படம் 7.36) காணப்படுகின்றன. பொதுவாக, வெளிப்புறத்தில் அமைந்திருக்கின்ற செல்லுறைப் பகுதி மற்றைய பகுதிகளைவிடச் சிறிது அல்லது அதிக அளவிற்குத் தடிப்புற்றிருக்கும். சில வேளைகளில், செல்லுறைகளை

அடைக்கக்கூடிய அளவிற்கு ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகள் ஏற்பட்டு தடிப்புத்தன்மை அடையச் செய்வதைச் சில இனங்களில் காணலாம். வெளிப்புற ஸெல்லுறைப் பகுதிகள் தடிப்புற்றிருக்கும்பொழுது அவைகளில் அடுக்குற்ற தன்மையையும் பார்க்கலாம். புறத்தோல் ஸெல்களின் ஆரப்போக்கு உட்புறப் பரிதிக்கு இணைப்போக்கு ஸெல் லுறைகளில் பிரைமரிக் குழிகள் தோன்றியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த பிரைமரிக் குழிகளின் வாயிலாக ஏற்கனவே கூறப்பட்ட எக்டோடெஸ்மட்டா ஊடுருவிச் செல்வதையும், சில வேளைகளில் அவை வெளிப்புற ஸெல்லுறைப் பகுதியிலிருப்பதையும் காணலாம். எக்டோடெஸ்மட்டாவின் மூலம் பொருள்கள் உள்ளிருந்து வெளிப் புறமாக அகற்றப்படுகின்றன என்று கருதப்படுகின்றது.

கூட்டிக்கில் (Cuticle) : சாதாரணமாக, எல்லாப் புறத்தோல் ஸெல்களின் மேற்பரப்பிலும் கூட்டின் (cutin) என்று சொல்லப் படுகின்ற ஒரு வகையான கொழுப்புப் பொருள் (fatty substance) வெவ்வேறு அளவில் படிந்திருக்கும். இப்படிப் படிந்த நிலையில் தனிப்பட்ட கூட்டிக்கில் (cuticle) என்ற அடுக்கு ஏற்படு கின்றது. கூட்டின் உண்டாகின்ற முறை கூட்டினைஸேஷன் (cutinization) என்றும், பிறகு, கூட்டிக்கில் உண்டாகின்ற முறை கூட்டிக்குலரைஸேஷன் (cuticularization) என்றும் கூறப்படு கின்றன. கூட்டிக்கில் உண்டான பிறகு அது ஒரு தொடர்ச்சி யான அடுக்காக அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். கூட்டின், உட்புறத்தில் அமைந்திருக்கின்ற ஸெல்லுறைகளிலும், குறிப்பாக, அவைகள் காற்றிடை வெளிகளை அடுத்திருக்கும்பொழுதும் உண்டாவதுண்டு.

கூட்டிக்கில் வெவ்வேறு அளவில் தடிப்புற்றும், வெவ்வேறு வகையான வெளித்தோற்றத்தையும் பெற்றிருக்கின்றது. உதாரணமாக, கூட்டிக்கில் அடுக்கு, சமமாகவும், அல்லது பட்டை யான தடிப்புகளைப் பெற்றும் அல்லது வெவ்வேறுவகையான சித்திரப்பாடுகளுடைய தோற்றத்தையும், மேடும் பள்ளமு மாகவும் அமைந்திருக்கக்கூடும். மெழுகு (wax), எண்ணெய் (oil), ரெஸின் (resin), படிக நிலையிலுள்ள உப்புக்கள் (salt crystals) லிக்னின், ஸிலிகா முதலியவைகளும் காற்று வெளியுடன் சம்பந்தப் பட்ட உறுப்புக்களின் மேற்பரப்பில் படிந்திருப்பதுமுண்டு. இந்தப் பொருள்களில் குறிப்பாக மெழுகு படிந்திருக்கின்ற உறுப்புக்கள் நீரால் நனைக்கப்படுவதில்லை. சில சமயங்களில், இது கூட்டிக்கிலுக்கு வெளிப்புறமாக இருப்பது போல் அதற்கு உட்புறமாகவும் அமைந் திருக்கும். ஸிலிகா என்ற பொருள், ஈக்குவிஸீத்தும் (Equisetum), ஃபெர்ன்கள் (Ferns), கிராமினி (Gramineae), ஸிப்பரேஸி (Cypera-

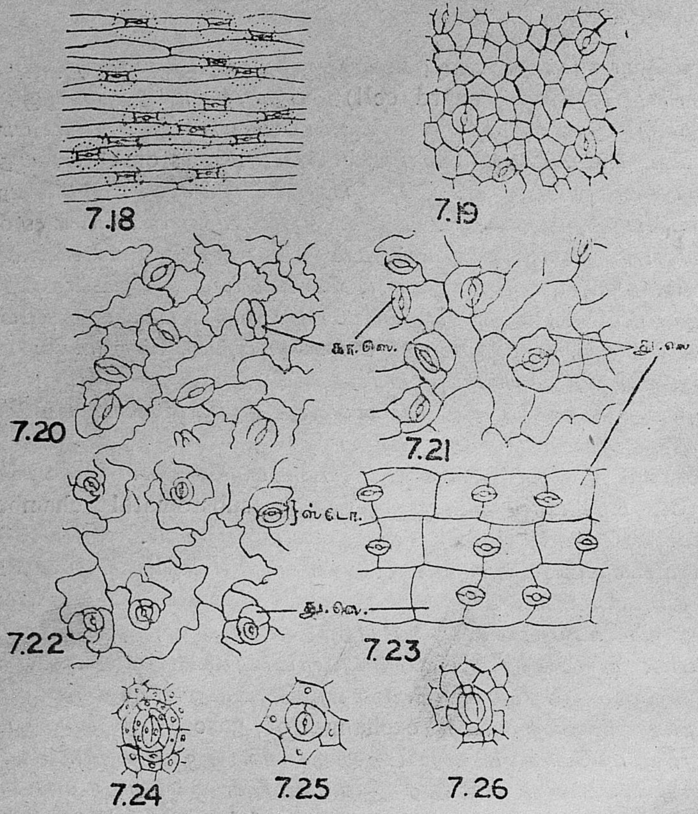
ceae) பனைவகைகள் (Palms) முதலியவைகளின் புறத்தோல்களின் மேற்பரப்பில் படிந்திருக்கின்றது.

கூட்டின் எந்த முறையில் புறத்தோல் மேற்பரப்பில் வந்து படிகின்றது என்பதைக் குறித்து கருத்து வேறுபாடுகளிருந்தாலும், இது உள்ளிருந்து வெளிப்புறமாக வெளிப்படுத்தப்படுகின்றது என்பது யாவராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டதொரு உண்மையாகும். கூட்டின், கூட்டிக்கில் உண்டாகுமுன், புரோக்கூட்டினிலிருந்து (procutin) உண்டாகி, மேற்பரப்பில் எண்ணெய்போன்று வந்து படிகின்றது என்றும், பிறகு, காற்றிலுள்ளப் பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து, கடினதன்மை அடைந்து, பின்பு கூட்டிக்கிலாக மாறுகின்றது என்பதும் சமீபகாலத்தில் கண்டறிந்த உண்மைகளாகும். முதலில் உண்டான கூட்டிக்கிலேயடுத்து, தொடர்ந்து கூட்டின் உண்டாக்கப்படும்பொழுது முதலில் உண்டானதற்கு உட்புறமாகவும் உள்நோக்கியும் மேன்மேலும் கூட்டிக்கில் அடுக்குகள் உண்டாகின்றன. கூட்டின், நீருடன் ஓரளவிற்கு உறவு கொண்டு சேர்க்கை அடையக் கூடியது: மேலும், இது எளிதில் அழியக் கூடியதல்ல. வேறுவகையில் கூறினால், எந்த வகையிலும் வேதியல் மாற்றங்களடையாமல், காலத்தினாலும் வேறு சக்திகளாலும் அழிக்கப்பட முடியாத நிரந்தரமான நிலையைப் பெற்றிருக்கக்கூடிய பொருளாக இது கருதப்படுகின்றது.

புறத்தோல், இயற்கையில் சாதாரணமாக, காற்று வெளி சம்பந்தப்பட்ட உறுப்புக்கள் எல்லாவற்றிற்கும் பாதுகாப்பைக் கொடுக்கின்றது. நீராவிப்போக்கை ஓரளவிற்குக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. ஆனால், சில குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் வாழும் தாவர இனங்களில், இந்தப் புறத்தோல், ஒளிச்சேர்க்கையையும், சுரத்தலையும், நீர்க்கிரகித்தலையும் செய்து வருகின்றது. இவ்வகை தனிப்பட்ட செயல்களுக்கு வேண்டிய சிறப்பான இயல்புகளைப் புறத்தோல்கள் பெற்றிருக்கின்றன. சில வேளைகளில், புறத்தோல், ஆக்குத்திசுவின் செயலையும் செய்யக்கூடும். உதாரணமாக, உறுப்புக்களுக்குக் காயம் ஏற்படும்பொழுது, புறத்தோல் ஸெல்களில் ஸெல் பிரிதல்களுண்டாகி திசுக்கள் ஏற்படுவதையும், ஃபெல்லோஜனை (phellogen) உண்டாக்குவதையும் கூறலாம்.

ஸ்டோமாட்டா (Stomata): காற்றுவெளிச் சம்பந்தப்பட்ட, பசுமையான இளம் உறுப்புக்களின் புறத்தோல்களில் சாதாரணமாகவும், அதிக அளவிலும் காணப்படக்கூடிய ஒரு முக்கியமான அமைப்புக்களாக ஸ்டோமாட்டா கருதப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு ஸ்டோமாட்டாவும் நடுவில் ஒரு துவாரத்தையும் அத் துவாரத்தின்

ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் (மேலிருந்து நோக்கும்பொழுது) ஒரு பாது காப்பு செல்லைப் (**guard cell**) பெற்று, மொத்தத்தில் இரு பாது காப்பு செல்களினால் வரையறுக்கப்பட்ட ஒரு அமைப்பாகும் (படம் 7.19). கிரேக்க மொழியில் ஸ்டோமா (**stoma**) என்பதற்கு வாய் என்று பொருள். இதே பொருளில் இச் சொல் சிலரால் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆனால் தற்பொழுது ஸ்டோமா (**stoma**) என்பது துவாரத்தை மட்டுமன்றி அதன் இரு பக்கங்களிலும் அமைந்திருக்கின்ற பாதுகாப்பு செல்களையும் அத்துடன் சேர்த்து இக்கூட்டமைப்பைக் குறிப்பிட பலரால் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது. பாதுகாப்பு செல்களில் ஏற்படுகின்ற உருவ மாறு பாடுகளினால் அவை துவாரங்களின் அளவைக் குறைக்கவோ அல்லது முந்தைய நிலையில் வைத்துக் கொள்ளவோ முடிகின்றது. இந்த துவாரங்களின் அடிப்பகுதியிலும் புறத்தோலுக்குட்புற மாகவும் இடைவெளிகள் காணப்படுகின்றன. இவைகளுக்கு ஸ்டோமாட்டாவினுட்புற அறைகள் (**substomatal chambers**) என்று பெயர். இவைகளின் அளவு வேறுபடும். இந்த ஸ்டோ மாட்டா உட்புற அறைகள் இலைகளின் மீஸோஃபில் செல்களுடன் தொடர்பு கொள்கின்றன. இதனால் இலைகளின் வெளிப்புறத் திற்கும் உறுப்புக்களின் உட்புறத்திசுக்களுக்கும், குறிப்பாக இலை களில், ஒரு தொடர்பு ஸ்டோமாட்டாக்கள் வழியாக ஏற்படு கின்றது. இத் தொடர்பினால் காற்றோட்டமும், அதனால் வாயுக் களின் பரிமாற்றமும் (**exchange of gases**) ஏற்படுவதுடன் நீராவிப் போக்கும் ஏற்பட சாதகமாக இருக்கின்றது. அனேக மாக எல்லாவகைத் தாவர இனங்களிலும் ஒவ்வொரு ஸ்டோமா வைச் சூழ்ந்து, இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட செல்கள் உண்டாகி ஸ்டோமாவுடன் செயல் முறையைப் பொருத்து இணைந்து காணப்படுகின்றன. மேலும் இந்த செல்கள் பார்ப் பதற்கு மற்றையப் புறத்தோல் செல்களிலிருந்தும், பாதுகாப்பு செல்களிலிருந்தும் உருவத்திலும் அளவிலும் மாறுபட்டுக் காணப் படுகின்றன. இவ்வகை செல்களுக்குத் துணை செல்கள் (**subsidiary or accessory cells**) என்று பெயர் (படம் 7.18). ஸ்டோமாட்டா, பொதுவாக எல்லா வகைத் தாவர இனங்களின் காற்று சம்பந்தப் பட்ட உறுப்புக்களில் எல்லாம் இருப்பதாகக் கூறப்பட்ட போதிலும் நீரில் மூழ்கியிருக்கும் தாவரங்களில் சிலவற்றில் இல்லாமலும், மோனோட்ரோப்பா (**Monotropa**), நியோத்தியா (**Neottia**), மோனெசிஸ் (**Monasis**), பிரோலா (**Pyrola**), கிமாஃபைலா (**Chimaphila**) போன்ற ஸாப்ரோபைட்டுகளில் (**saprophytes**) ஸ்டோமாட்டா குறைந்தும், மாறுபட்டும் சிலவேளைகளில்




படங்கள் 7.18—7.26 இலைகளின் புறத்தோல் பரப்பு நோக்குகள்.

படம் 7.18. இரிஸ் (**Iris**) ஸ்டோமாட்டா, துணை செல்கள் ஸ்டோமாட்டாக்கள் புதைந்து புறத்தோலில் இருப்பதைப் பார்க்கவும்.

படம் 7.19 வித்திஸ் (**Vitis**) பரவலாக அமைந்திருக்கின்ற அனேமோசைடிக் ஸ்டோமாட்டா

படம் 7.20 காப்ஸிகும் (**Capsicum**) அனேமோசைடிக் ஸ்டோமாட்டா.

படம் 7.21 விக்ன (**Vigna**) பாராசைடிக் ஸ்டோமாட்டா.

படம் 7.22. ஸிடம் (**Sedum**) அனிசோசைடிக் ஸ்டோமாட்டா.

படம் 7.23 டியாந்தூஸ் (**Dianthus**) டையாசைடிக் ஸ்டோமாட்டா.

படம் 7.24. ஸ்திரிலித்ஸியா (**Strelitza**) 4 முதல் 8 வரையுள்ள துணை செல்களினல் சூழப்பட்ட ஸ்டோமா.

படம் 7.25 ஒரு விதை இலைத் தாவரங்களில் பொதுவாக காணப்படுகின்ற பாராசைடிக் ஸ்டோமா.

படம் 7.26 கொம்மிலின (**Commelina**) டெட்ராசைடிக்

கா. செ. காப்பு செல் ; து. செ. துணை செல்கள் ; ஸ். டோ. ஸ்டோமா ;

முற்றிலும் அற்றும் காணப்படுகின்றன. சிலவேளைகளில் ஸ்டோமாட்டாக்கள் தோன்றியிருப்பினும் அவைகள் செயலற்ற நிலையில் வெறும் அமைப்புகளாக மட்டும் காணப்படுவதுண்டு. உதாரணமாக, அகவிதழ்கள், சிலவகை நீர்த் தாவரங்களின் ஸ்டோமாட்டாக்களைக் கூறலாம். இலைகளைப் பொருத்தமட்டில் ஸ்டோமாட்டா, அவைகளின் மேல் புறத்தோலிலும் அல்லது கீழ்ப்புறத் தோல்களில் அல்லது இரு பக்கத் தோல்களிலும் காணலாம். ஸ்டோமாட்டாக்களை கீழ்ப்புறத்தோலில் பெற்றிருக்கின்ற தாவரங்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாக இருக்கின்றது. இலைகளில் ஸ்டோமாட்டாக்கள் நெருக்கமாகவும், அல்லது பரவலாகவும் அல்லது இரண்டிற்குமிடைப்பட்ட நிலையிலும் அமைந்திருக்கலாம். ஒரு சதுர மில்லி மீட்டர் பகுதியிலுள்ள ஸ்டோமாட்டாவின் எண்ணிக்கை அனேகமாக 100 முதல் 300 ஆக இருக்கலாம் என்றுக் கணக்கிடப்பட்டிருக்கின்றது. இருப்பினும், இலைகளின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் வெவ்வேறு எண்ணிக்கைகளில் இருப்பதுடன் ஒரு செடியின் எல்லா இலைகளைப் பொருத்து மிகவும் மாறுபடுவதைப் பார்க்கலாம்.

ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் நீளப்போக்கில் வளர்ச்சியுற்ற இலைகளைக் கொண்ட இனங்களிலும், கோனிஃபர் இலைகளிலும் ஸ்டோமாட்டா உயரப்போக்கில் ஒன்றுக்கொன்று இணையான வரிசைகளிலும் அடியிலிருந்து நுனியை நோக்கியும் உண்டாகியிருக்கின்றன. ஆனால் இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் ஸ்டோமாட்டா ஒரு ஒழுங்குற்ற அளவு முறையாயில்லாமல் சிதறுற்று காணப்படுகின்றன. சில தாழ்ந்த நிலையிலுள்ள வாஸ்குலார் தாவர இனங்களில் இவை இலைகளின் நுனிப்பாகத்திலிருந்து அடிப்பாகத்தை நோக்கி வரிசைக்கிரமமாக உண்டாகின்றன. பாதுகாப்பு செல்கள் பொதுவாக, இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் பிறை போன்ற (crescent-shaped) அல்லது அவரை போன்ற (bean shaped) வடிவத்துடன் இருப்பதைப் பரப்பு நோக்கில் (surface view) காணலாம். அவைகள் சிலவேளைகளில் புறத்தோலுக்கு மேற்புறமாக சிறிது உயர்த்தப்பட்டும் அல்லது சிறிது தாழ்த்தப்பட்டும் அல்லது மேற்பரப்பிற்குச் சமமான நிலையிலும் அமைந்திருக்கின்றன. பாதுகாப்பு செல்களின் செல்லுறைகள் சமமற்ற முறையில் தடிப்புற்றுக் காணப்படுகின்றன. மேலும் செல்லுறைப் பொருள்கள் பாதுகாப்பு செல்களுக்கு மேற்புறமும் கீழ்ப்புறமுமாகவோ அல்லது ஏதாவது ஒரு பக்கத்தில் படிந்து விளிம்பு (ledge) போன்ற அமைப்பில் அமைந்து, அவைகளைக் குறுக்கு வெட்டில் காணும் பொழுது சிறு கொம்புகள் போன்றே காணப்படும். (படம் 7.34). பாதுகாப்பு செல்லின்

உறைகள் சமமற்ற முறையில் அமைந்திருப்பதனுல் ஸெல்களில் ஏற்படுகின்ற டர்கர் மாற்றங்களினுல் (turgor changes) வடிவமும் பரிமாணமும் மாறுகின்றது. ஆனுல் கிராமினி, ஸிப்பரேஸிக் குடும்பங்களில் காணப்படுகின்ற ஸ்டோமாட்டாக்களின் பாது காப்பு ஸெல்களின் இரு நுனிப் பாகங்களும் (பரப்பு நோக்கில் பார்க்கும்பொழுது) பருத்து உருண்டை வடிவமாகவும் இவற்றிற் கிடைப்பட்ட பாகம் நேராகவும் அமைந்திருக்கின்றன (படம் 7.37). இந்த இடைப்பட்ட பாகங்களின் ஸெல்லுறைகள் சமமற்ற முறையில் தடிப்புற்றிருக்கின்றதைப் பார்க்கலாம். அதன் நுனிப் பாகங்கள் மெல்லியதாக இருக்கின்றன. டர்கர் மாற்றங்களினுல் பருத்த உருண்டையான பாகங்கள் வீங்குவதனுல் இடைப்பட்ட பாகத்திலிருக்கின்ற ஸெல் பகுதிகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுப் பிரிவதற்கு உதவியாக இருக்கின்றன. கோனிஃபர் ஸ்டோமாட்டா, புறத்தோலுக்குக் கீழாக புதைந்து, குறுக்கு வெட்டில் பார்ப் பதற்கு மேலாக வளைந்திருக்கின்ற துணை ஸெல்களிலிருந்து தொங்குவதைப் போல் காணப்படுகின்றன. இவைகளின் பாது காப்பு ஸெல்கள் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது நடுப்பாகத் தில் எலிப்டிக்கல் (elliptical) வடிவத்தையும் நுனிப் பாகங்களில் முக்கோண வடிவத்தையும் காட்டுகின்றன. மேலும் இவைகளின் துணை ஸெல்களின் உறைகள் ஓரளவிற்கு லிக்னின் கலந்தும் அல்லது கலவாமலும் இருக்கலாம். ஈக்குவிஸீத்தும் (Equisetum) என்ற பேரினத்தில் பாதுகாப்பு ஸெல்கள் இரு துணை ஸெல் களுக்குக் கீழ்ப்புறமாக அமைந்திருக்கின்றன. மேலும் பாதுகாப்பு ஸெல்களுடன் இணைந்திருக்கின்ற துணை ஸெல்களின் உறைபாகம் குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு தடிப்புற்றிருக்கின்றது. எப்படி யிருந்த போதிலும் பாதுகாப்பு ஸெல்களின் மேற்பரப்பில் கூட்டின், பரவி படர்ந்திருக்கின்றது.

**பாகுபாடும் வகைகளும் (Classification and types):-** பொது வாக, ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம், ஜிம்னேஸ்பர்ம்களின் இனங்களில் காணப் படுகின்ற ஸ்டோமாட்டா வளர்ச்சி முறையின் அடிப்படையிலும் முதிர்ச்சியடைந்த பிறகு காணப்படுகின்ற தோற்ற அடிப்படை யிலும் பாகுபாடு செய்யப்படுகின்றது. வளர்ச்சி முறையின் அடிப் படையில் ஸ்டோமாட்டாவை இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். இப்படிப் பிரிக்கப்பட்ட வகைகள் பாகுபடுத்துதற்கும், தோற்றம் இன வரலாறு கண்டறிதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. உதாரண மாக, ஜிம்னேஸ்பர்ம்களில் இருவகையான வளர்ச்சி முறைகளின் விளைவாக, இருவகையான ஸ்டோமாட்டா உண்டாகின்றன. இவைகளில்ஒருவகை ஹெப்லோகெய்லிக் அல்லது எளிய உதடுவகை (haplocheilic or simple lipped) என்றும் மற்றொன்று ஸிண்டிடோகெய்லிக் அல்லது கூட்டு உதடு வகை (syndetocheilic

or compound lipped) என்றும்பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஹெப்லோகெய்லிக் வகையில் ஸ்டோமாவும் துணைசெல்களும் இருவகை மூலங்கள் அல்லது ஆதாரங்களிலிருந்து உண்டாகின்றன. ஒரு பிரைமரி தாய் செல் (primary mother cell) அல்லது பாதுகாப்பு செல்லின் தாய் செல் (guard cell mother cell) ஸ்டோமாவை மாத்திரம் தோற்றுவித்து, அதனுடைய துணை செல்கள் பக்கத்து வரிசையிலிருக்கின்ற செல்களில் பிரிதல்களேற்பட்டு உண்டாகும் வகையை ஹெப்லோகெய்லிக் வகை என்றும், இந்த வகையில் உண்டாகின்ற துணை செல்கள் பெரிஜின் (perejene) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது. வேறுவகையில் கூறவேண்டுமானால், துணை செல்கள், ஸ்டோமாவை உண்டாக்குகின்ற அதே பிரைமரி தாய் செல் அல்லது பாதுகாப்பு செல்லின் தாய் செல்லிலிருந்து உண்டாவதில்லை. இதற்கு மாறாக, ஸிண்டிடோகெய்லிக் வகையில் துணை செல்களும் ஸ்டோமாவும் ஒரே பிரைமரி தாய் செல்லிருந்து அல்லது பாதுகாப்பு தாய் செல்லிலிருந்து ஏற்படுகின்ற செல் பிரிதல்கள் மூலம் துணை செல்களும் ஸ்டோமாவும் உண்டாகின்றன. இந்த வகையில் உண்டாகின்ற செல்கள் மீஸோஜீன் (mesogene) என்றழைக்கப்படுகின்றன. வளர்ச்சி முறைகள் இவ்வாறாக ஏற்பட்ட போதிலும் ஒரு ஸ்டோமாவைக் கண்டறிவதற்கு அதனுடைய முதிர்ச்சியுற்ற அமைப்பை அடிப்படையாக வைத்துக்கொண்டு அறிந்து கொள்வது எளிதான காரியம் மட்டுமல்ல, நடைமுறைக்கு மிகவும் உகந்ததும் கூட. இப்படி முதிர்ச்சியுற்ற ஸ்டோமாட்டாவை கீழ்க்காணும் நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன :

(1) அனோமோஸைட்டிக் (anomocytic) : இதில் ஸ்டோமாவைச்சுற்றி துணை செல்கள் காணப்படுவதில்லை. (படங்கள் 7.19; 7.20). இதுவே சமீபகாலம் வரை ரானுன்குலேஸியஸ் வகை (ranunculaceous type) என்று கூறப்பட்டு வந்தது. உதாரணங்கள் ரானுன்குலேஸி (Ranunculaceae); ஜெரானியேஸி (Geraniaceae); கப்பாரிடேஸி (Capparidaceae); குக்கூர்பித்தேஸி (Cucurbitaceae); (2) அனிஸோஸைட்டிக் (anisocytic) : இந்த வகையில் ஒவ்வொரு ஸ்டோமாவைச் சுற்றியும் மூன்று துணை செல்களும் அவைகளில் ஒன்று மற்ற இரண்டு செல்களைவிட மிகச்சிறியதாகவும் காணப்படுகின்றன (படம் 7.22). இந்த வகையை முற்காலத்தில் குரிஸிபர்ஸ் வகை (cruciferous type) என்று கூறி வந்தார்கள். உதாரணங்கள்: குரிஸிபரி (Cruciferae) குடும்பம், நிக்கோத்தியானா (Nicotiana), ஸொலானும் (Solanum), ஸீடும் (Sedum) பேரினங்கள். (3) பாராஸைடிக் (paracytic) : இந்த வகையில் ஒவ்வொரு ஸ்டோமாவைச் சுற்றியும் அதனுடைய பாதுகாப்பு செல்களின் உயரப்போக்கிற்கு இணையாக ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் ஒரு துணை செல் அமைந்திருக்

கின்றது (படம் 7.21). இதையே ரூபியேஷியஸ் வகை (rubiaceous type) எனக் கூறப்பட்டு வந்தது. உதாரணங்கள்: ரூபியேஸி (Rubiaceae), மக்னோலியேஸி (Magnoliaceae), கொன்வால்வுலேஸி (Convolvulaceae), மிமோஸேஸி (Mimosaceae) முதலியவைகள். (4) டயாஸைட்டிக் (diacytic): இதில், துணை செல்கள் பாதுகாப்பு செல்களின் உயரப்போக்கிற்கு நேர்க்கோணத்தில் அவைகளின் நுனிப்பாகங்களில் அமைந்திருக்கின்றன (படம் 7.23). இந்த வகை கேரியோஃபில்லேஷியஸ் வகை (caryophyllaceous type) என்றும் சமீபகாலம் வரை அழைக்கப்பட்டு வந்தது. உதாரணங்கள்: கேரியோஃபில்லேஸி (Caryophyllaceae) அகாந்தேஸி (Acanthaceae) குடும்பங்கள்.

மேற்கூறப்பட்ட வகைகளில் ஏதேனும் ஒன்றைச் சிறப்பான இயல்பாகப் பெற்று சில இருவிதையிலைத் தாவரக் குடும்பங்கள் காணப்படுகின்றன. அல்லது, ஒரே குடும்பத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வகைகளும் காணப்படலாம். சில வேளைகளில் ஒரே பேரினத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வகை உண்டாகியிருப்பதையும் காணலாம். அல்லது ஒரு சிற்றினத்தின் ஒரு இலையில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வகைகளும் உண்டாகியிருப்பதையும் பார்க்கமுடியும். இப்படி மாறுபாடுகள் காணப்பட்டப் போதிலும் ஸ்டோமாட்டா வகைகள் சில சந்தர்ப்பங்களில் அதாவது ஒரு இனத்திற்கும் மற்றொன்றிற்கும் உறவு காணுகின்ற முறைகளில் இவைகள் மற்ற இயல்புகளுடன் ஒன்று சேர்த்து உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

இதுபோன்று, ஒரு விதை இலைத் தாவர இனங்களில் காணப்படுகின்ற ஸ்டோமாட்டாவை சமீபகாலத்தில் கீழ்க்காணும் வகைகளில் பிரித்திருக்கிறார்கள். அவைகளாவன: (1) பாதுகாப்பு செல்களைச் சுற்றி ஒவ்வொரு ஸ்டோமாவிலும் நான்கிலிருந்து ஆறு துணை செல்கள் உண்டாகியிருக்கின்ற வகை ஆரேஸி (Araceae), மூஸேஸி (Musaceae), கான்னேஸி (Cannaceae), ஸ்டிரிலித்ஸியேஸி (Sterilitziaceae), ஜிஞ்ஜிபரேஸி (Zingiberaceae) குடும்பங்களில் காணலாம் (படம் 7.24). (2) இதில் முன் வகையைப்போன்று துணை செல்கள் ஒவ்வொரு ஸ்டோமாட்டாவிற்கும் நான்கிலிருந்து ஆறு வரை காணப்பட்ட போதிலும் இவைகளில், பாதுகாப்பு செல்களின் நுனிப்பாகங்களிருக்கின்ற இரு செல்கள் பக்கவாட்டிலிருப்பவைகளைவிட வட்ட வடிவமாகவும், சிறியதாகவும் காணப்படுகின்றன. இந்த வகை அரிக்கேஸி (Arecaceae), பாமே (Palmae), பண்டானேஸி (Pandanaceae), ஸைக்லாந்தேஸி (Cyclanthaceae), குடும்பங்களில் சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்றது (படம் 7.26). (3) பாதுகாப்பு செல்களின் பக்கவாட்டில் துணை செல், அவை

களுக்கு இணைப்போக்கில் அமைந்து காணப்படுகின்றன. இந்த வகை, அனேக ஒரு விதையிலைத் தாவர குடும்பங்களில் பெருவாரியாகவும், சர்வ சாதாரணமாகவும் காணப்படுகின்றது. உதாரணமாக, ஸிப்பரேஸி (Cyperaceae), கிராமினி (Gramineae), யுங்கேஸி (Juncaceae), ஃபிளஜெல்லேரியேஸி (Flagellariaceae), புத்தோமேஸி (Butomaceae), அலிஸ்மேஸி (Alismaceae), போந்திடிரியேஸி (Pontederiaceae) மற்றும் சில குடும்பங்களைக் கூறலாம். தோற்றத்தையும் அமைப்பையும் பொருத்து இந்த வகை இருவிதையிலைத் தாவர இனங்களின் ஒரு வகையான பாராஸைட்டிக் வகையை ஒத்திருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது (படங்கள் 7.25; 7.39).

ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களின் இரண்டாவது வகையின் உட்பிரிவாக மற்றொரு வகை கோம்மிலேனேஸி (Commelinaceae) எனும் குடும்பத்தில் காணப்படுகின்றது. இதில் ஒவ்வொரு ஸ்டோமாவும் நான்கு துணை செல்களினால் சூழப்பட்டு அவைகளில் இரண்டு பக்கவாட்டின் இணைப்போக்கிலும் மற்ற இரண்டு செல்கள் குறுக்காக, பாதுகாப்பு செல்களின் ஒவ்வொரு நுனிப்பாகத்திற்கு ஒன்றாக அமைந்தும் ஏறக்குறைய இவைகளெல்லாம் ஒத்த அளவைப் பெற்றுமிருக்கின்ற வகையை டெட்ராஸைட்டிக் (tetracytic) வகை என்று சமீப காலத்தில் அறிவிக்கப்பட்டிருக்கின்றது (படம் 7.26).

பாதுகாப்பு செல்கள், துணை செல்களினால் சூழப்படாமலிருக்கின்ற வகையாகும். இந்த வகை, டியோஸ்கோரியேஸி (Dioscoreaceae), அமாரில்லிடேஸி (Amaryllidaceae), இரிடேஸி (Iridaceae), ஓர்க்கிடேஸி (Orchidaceae) முதலிய குடும்பங்களில் இருப்பதைப் பார்க்கலாம். (படம் 7.18). இந்த வகை, ஓரளவிற்கு, இருவிதையிலைத் தாவர இனங்களின் ஒரு வகையான அனோமோஸைட்டிக் வகையைப் போன்றிருப்பதாகக் கூறலாம்.

மேற் கூறப்பட்ட வகைகள் இருவிதையிலை, ஒருவிதையிலைத் தாவர இனங்களிலெல்லாம் சாதாரணமாகக் காணப்படக்கூடிய வகைகளாக இருக்கின்றன. ஒரு சில குறிப்பிட்ட குடும்பங்களில் மேற் கூறப்பட்ட வகைகளில் அடங்காமலும் அந்தந்த குடும்பத்திற்கே உரியதான தனிப்பட்ட சில வகைகளும் இருக்கின்றதையும் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். இப்பொழுது இருவகையான ஸ்டோமாட்டாவின் (அனோமோஸைட்டிக் வகை, பாராஸைட்டிக் வகை) வளர்ச்சி முறையைக் குறித்துத் தெரிந்து கொள்வோம். எந்த வகை ஸ்டோமாவாக இருந்தாலும், முதன் முதலாக, புரோட்டோடெர்ம் செல்(protoderm cell) லில் சமமற்ற செல்பிரிதல் (unequal

**division or differential division)** ஏற்படுகின்றது. அதாவது, செல் பிரிதல் ஏற்பட்ட பிறகு உண்டாகின்ற, இரு செல்களில் ஒன்று மற்றொன்றை விடச் சிறியதாகத் தோன்றுகின்றது. மேலும் ஸ்டோமாவின் வளர்ச்சி நிகழ்ச்சியில் காணப்படுகின்ற ஒரு சிறப்பான இயல்பு என்னவென்றால் புதிது புதிதாகத் தோன்றுகின்ற செல்களின் செல்லுறைகள் பக்க செல்லுறைக்கு நேர்க்கோணத்தில் அல்லது குறுக்காக ஏற்படுத்துவதற்கும் பதிலாக மாறுபட்டு வளைவுற்ற தன்மையை அடைவதாகும். சுருங்கக்கூறின் ஒவ்வொரு வகை ஸ்டோமாவின் வளர்ச்சியில் சமமற்ற செல் பிரிதல்களும் நிகழ்ச்சியாக மட்டுமல்லாமல் சிறப்பான இயல்புகளாகவும் அமைந்திருக்கின்றன. புரோட்டோடெர்ம் செல்லில் சமமற்ற பிரிவு ஏற்பட்ட பிறகு இரு செல்கள் உண்டாகின்றன. புரோட்டோடெர்மில் இருக்கின்ற செல்களில் குறிப்பிட்ட செல்கள் இவ்வாறு சமம்ற்ற செல் பிரிதல்களை மீண்டும் மீண்டும் அடைந்து அதன் விளைவாக புதிது புதிதாக செல்களை உண்டாக்கிக் கொண்டு வருகின்ற தனிப்பட்ட செல்களை மெரிஸ்டமாய்ட்கள் **(meristemoids)** என்றழைக்கப்படுகின்றன. ஏனைய செல்களிலிருந்து அதிக அளவில் அடர்த்தியான சைட்டோபிளாஸத்தைப் பெற்றும் பெரிய நூக்ளியஸ்களைப் பெற்றிருக்கின்ற வகைகளில் இந்த மெரிஸ்டமாயிட்கள் வேறுபடுகின்றன (படம் 7.27). இவைகளில் ஒன்றைவிட மற்றொன்று சிறியதாக இருக்கின்ற செல்களுக்கு பாதுகாப்பு செல்லின் தாய் செல், **(guard cell mother cell)** என்று பெயர் (படம் 7.29), பிறகு இந்த பாதுகாப்பு செல்லின் தாய்செல் சமமற்ற பிரிதலுற்று அளவில் வேறுபடுகின்ற இரு செல்களை உண்டாக்குகின்றன. இவைகளில் பெரியதாக இருக்கின்ற செல் மேலும் விரிவடைந்து வளைவுற்ற செல்லுறையைப் பெற்று, வேறுபட்டு அமைகின்றது. இப்பொழுது இது, முதல் துணை செல் என்று கூறப்படுகிறது. இதையடுத்து மறுபடியும் சிறியதாக இருக்கின்ற மெரிஸ்டமாய்ட்டில் சமமற்ற செல் பிரிதலேற்பட்டு, மேற் சொன்ன நிகழ்ச்சிகள் அதே வகையிலுண்டாகின்றன. இந்தப் பிரிதலின் மூலம் இரண்டாவது துணை செல்லும் மீண்டும் ஒரு முறையேற்படுகின்ற மற்றொரு செல் பிரிதலின் மூலம் மூன்றாவது துணை செல்லும் ஏற்படுகின்றன. இவ்வாறு அடுத்தடுத்து ஏற்படுகின்ற சமமற்ற செல் பிரிதல்களினால் துணை செல்களுண்டாகி, கடைசியில் இந்த துணை செல்கள் நடுவிலிருக்கின்ற பாதுகாப்பு செல் தாய் செல்லைச் சூழ்ந்து அமைந்திருக்கின்றன. இவ்வாறு துணை செல்களுண்டான பிறகு, கடைசியில் நடுவிலிருக்கின்ற பாதுகாப்பு செல் தாய் செல்லில் சமமாக செல் பிரிதல் ஏற்பட்டு இரு சமமான பாதுகாப்பு செல்களுண்டாகி ஒன்றிற்கு மற்றொன்று இணையாகவும் இவைகளுக்கே உரிய வடிவத்தையும் அடைந்தும் உண்டாகின்றன. பிறகு, இந்த

பாதுகாப்பு செல்களுக்கிடைப்பட்ட நடுஅடுக்கு (middle lamella) வீங்கி, சிறிது விரிவடைந்து லென்ஸ் போன்ற வடிவத்தைப் பெற்றுக் கடைசியில் அழிவடைகின்றது. இதனால் புதிதாக உண்டான இரு பாதுகாப்பு செல்களுக்கிடையில் துவாரமுண்டாகிறது (படங்கள் 7.27-7.33). இந்த வகை வளர்ச்சி மாற்றங்களினால் ஏற்பட்ட ஸ்டோமாவைப் பார்க்கும்பொழுது நடுத் துவாரத்திற்கு இரு பக்கங்களிலும் இரு பாதுகாப்பு செல்களும், பிறகு இவைகளைச் சூழ்ந்து மூன்று துணை செல்களையும் உடைய அணிசோசைட்டிக் (anisocytic) என்ற வகை உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். மேலே கூறப்பட்ட வளர்ச்சி நிகழ்ச்சிகள் எல்லாம் ஸிண்டிடோகெய்லிக் என்ற வகையையும் துணைசெல்கள் மீஸோஜீன்கள் என்ற வகையையும் சார்ந்ததாகும். மேலும், இந்த ஸிண்டிடோகெய்லிக் வகையில் ஏற்படுகின்ற ஸ்டோமாட்டா வகைகள் எல்லாவற்றிலும் ஏறக்குறைய ஒரே மாதிரியான நிகழ்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன. ஸ்டோமாட்டா வளர்ச்சி முறைகளில் ஏற்படுகின்ற செல் பிரிதல்களின் எண்ணிக்கை அந்தந்த குறிப்பிட்ட வகையிலிருக்கின்ற துணை செல்களின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்திருக்கின்றது. அதாவது, ஒரு குறிப்பிட்ட வகை ஸ்டோமாட்டாவின் வளர்ச்சி வரலாற்றில் ஏற்படுகின்ற மொத்த செல் பிரிதல்களின் எண்ணிக்கையை கணக்கிட்டுப் பார்த்தால் துணை செல்கள் எத்தனை இருக்கின்றனவோ அத்தனை சமமற்ற பிரிதல்களும் பாதுகாப்பு செல்லின் தாய் செல் உண்டாகின்ற பொழுது ஏற்படுகின்ற சமமான செல் பிரிதலும் ஆகும். இவைகளில் தொடக்கத்திலும் இறுதியிலும் ஏற்படுகின்ற செல் பிரிதல்கள் எல்லா வகைகளுக்கும் பொதுவானதாகும். துணை செல்கள் ஏற்படுவதற்கான இடைப்பட்ட செல் பிரிதல்கள் அந்தந்த வகைகளின் துணை செல்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக ஏற்படுகின்றன.

ஸ்டோமாட்டா தாவர இனங்களின் வாழ்வுக்குரிய முக்கியமான செயல்களைச் செய்வதற்கு உபயோகப்படுகின்றதைப் போல, அவைகள் தாவர இனங்களைத் தொகுத்தறியவும் பகுத்தறியவும் பாகுபாட்டியலில் (taxonomy) ஏற்கனவே கூறியபடி இரு இனங்களுக்கிடையேயுள்ள உறவைத் தெரிந்து கொள்வதற்கும் பயன்படுகின்றன. ஸ்டோமாட்டா எந்த வகையைச் சார்ந்ததாக இருந்தாலும் அவைகள் எல்லாம் வாயு பரிமாற்றத்தையும் அதனால் ஒளிச் சேர்க்கை, சுவாசித்தல் செயல்களைச் செய்வதற்கும் காற்று, வெளி சூழ்நிலையுடன் தொடர்பு ஏற்படுத்துவதற்கும் நீராவிப் போக்கைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. மேலும் செடிகளுக்குத் தீங்கு விளைவிக்கக்கூடிய கிருமிகள், பூஞ்சைகள்போன்றவை இந்த ஸ்டோமாட்டாவின் வழியாக உட்சென்று சிலவகை தீங்குகளை விளைப்பதற்கும் ஆதாரமாக இருக்கின்றன.

**புறத்தோலின் ஒட்டு அமைப்புகள் (Trichomes):** புறத்தோலின் செல்களில் செல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்டு அதனால் மேற்கொண்டு செல்களுண்டாகி, புறத்தோலுக்கு மேற்புறத்தில் அமைந்து காணப்படுகின்ற, வெவ்வேறு வகையான அமைப்புகள் பொதுவாக ஒட்டு அமைப்புகள் (trichomes) என்று கூறப்படுகின்றன. அனேகமாக எல்லாத் தாவர இனங்களிலும் ஏதேனும் ஒரு வகையான ஒட்டு அமைப்பு, அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஒட்டு அமைப்புகளும் நிரந்தரமாகவோ, அல்லது நிரந்தரமற்றதாகவோ, செடிகளின் எல்லா உறுப்புகளிலோ அல்லது ஒரு சில குறிப்பிட்ட உறுப்புக்களில் மாத்திரமோ, அடர்த்தியாகவோ அல்லது பரவலாகவோ அமைந்திருக்கின்றன. இவை தாவர இனங்களைப் பொருத்து வேறுபடுகின்றன. மேலும் பார்க்கப் போனால், குடும்பத்திற்கோ, பேரினத்திற்கோ அல்லது சிற்றினத்திற்கோ உரிய தனிப்பட்ட முறையில் இந்த ஒட்டு அமைப்புகள் ஏற்பட்டிருப்பதுண்டு. இந்த நிலையைப் பயன்படுத்தி, இனங்களுக்கிடையே உள்ள உறவு சம்பந்தங்களைத் தெரிந்து கொள்ளவும், எளிதில் அறிந்து கொள்ளவும் பாகுபாடு செய்யவும் உபயோகமான சாதனையாக இருக்கின்றன. மேலும் சிற்றினங்களுக்குரிய இயல்பான ஒட்டு அமைப்புகள் கருதப்படுகின்ற அடிப்படையில், ஹைப்ரிட்களை (hybrids) ஆராய்ந்தறிவதற்கும் இவைகள் பயன்படுகின்றன.

இந்த ஒட்டு அமைப்புகள், பலவகையான கேசங்களாகவும் (hairs), செதில்களாகவும் (scales), சுரப்பிகளாகவும் (glands), அல்லது சாதாரண சுரக்கும் தன்மையற்றவைகளாகவும் இருக்கலாம். இவைகளைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வோம்.

**கேசங்களும், கேசங்களின் வகைகளும் (Hairs and their types):-** உருவ இயல் அடிப்படையில் (morphology) கேசங்கள், அவைகளின் மேலெழுந்த வாரியாகத் தெரிகின்ற இயல்புகளுக்குத் தக்கவாறும் வெளித்தோற்றத்தைப் பொருத்தும் வேறு சிலவகையான அடிப்படைகளின் பேரிலும், பாகுபாடு செய்து அவைகள் பலவகையான கலைச் சொற்களால் விவரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த வகைகள் பாகுபாடுகள் செய்யப்படும் பொழுது, அவைகளைச் சிறிது அளவு பெரிது படுத்தி, (லென்ஸ் மூலம்) பார்த்து செய்யப்பட்டதாகும். ஆனால் கேசங்களைப் பன்மடங்கு ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியைக் கொண்டு பெரிதுபடுத்திப் பார்க்கும்பொழுது தெரிய வருகின்ற வேறு சில வகையான இயல்புகளை அடிப்படை ஆதாரமாக வைத்துக் கொண்டு ஆராயும் பொழுது மேற்கொண்டு இவைகளைக் குறித்து நன்கு அறிந்து கொள்ளவும் உருவ இயல் அடிப்படையில் சரிவர விவரிக்கப் படாதவைகளைச் சரியாகப் புரிந்து கொண்டுபயன்படுத்திக் கொள்ளவும் முடிகின்றது.

ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியைக் கொண்டு பார்க்கும் பொழுது கேசரங்களைக் கீழ்க்கொடுக்கப் பட்டிருக்கும் வகைகளாகப் பிரித்தறிந்து கொள்ள முடியும். அவைகளாவன: ஒரு ஸெல்லி னுலான கேசங்கள் (unicellular hairs): இது புறத்தோல் ஸெல் கள் மாறி நீண்டு வளர்வதினுல் உண்டாகிறது (படம் 7.12). இப்படிப்பட்ட கேசங்களுக்கு உதாரணமாக, பருத்தி விதையின் மேலிருக்கின்ற நார்களைக் கூறலாம் (cotton hairs). இதிலிருக் கின்ற ஒவ்வொரு நார் போன்ற அமைப்பும் ஒரு ஸெல்லினுலான கேசத்தைக் குறிப்பதாகும். அய்ஸோஏஸி (Aizoaceae) குடும்பத் திலும், அத்ரிபிளக்ஸ் (Atriplex) பேரினத்திலும், கேசங்கள் பைகள் போன்ற வடிவத்துடன் இருக்கின்றன. இப்படி இருப்பவைகள் குடுவைக் கேசங்கள் (vesiculate hairs) என அழைக்கப் படுகின்றன (படம் 7.2). இந்த ஒரு ஸெல்லினுலான கேசங்கள், கிளைவுற்றோ, உதாரணமாக, ஸப்போத்தேஸி (Sapotaceae) குடும்பத்திலிருப்பதைப் போலிருக்கலாம் (படம் 7.5). அல்லது சாதாரணமாகக் கிளையுறு மலும் இருக்கலாம்.

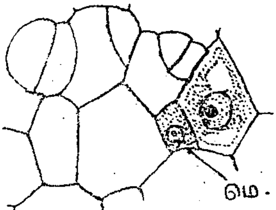
பல ஸெல்களினுலான கேசங்கள் (Multi-cellular hairs) :- இவ்வகைக் கேசங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஸெல்களுள்ளன (படங்கள் 7.1;7.16). இவைகள் கிளையுறுமல் ஒரு வரிசையாக அமைந் திருக்கலாம். உதாரணமாக, ஸோலனேஸி (Solanaceae)க் குடும்பத் தைக் கூறலாம் (படம் 13.7). சில இனங்களில் பல ஸெல்களினு லானக் கேசங்கள் கிளையுற்று, பார்ப்பதற்குக் கிளைகளையுடைய மரம் போன்ற தோற்றத்தைக் கொடுக்கக்கூடியதாக உண்டாகி இருக்க லாம் (படங்கள் 7.1;7.3). இப்படிக் கிளையுற்ற நிலையிலுள்ள கேசங்களில், கிளைகள் எல்லாம் முன் வகையில் இருப்பதுபோல், வெவ்வேறு உயரத்திலில்லாமல் ஒரேமட்டத்தில் அமைந்திருக்கின்ற பொழுது அவைகள் பார்ப்பதற்கு நட்சத்திரம் போன்ற தோற்றத் துடன் காணப்படுகின்ற காரணத்தினுல் அவைகளை நட்சத்திர கேசங்கள் (stellate hairs) என்று கூறப்படுகிறது. உதாரணம் மால்வேஸி (Malvaceae) குடும்பத்தைக் கூறலாம். பொதுவாக பல ஸெல்களினுலான கேசங்கள் புறத்தோலில் பதிந்திருக்கக்கூடிய பாதமும் (foot) வெளிப்புறமாகத் தெரியக்கூடிய அமைப்பையும் பெற்றிருக்கின்றதைப் பார்க்கலாம் (படம் 7.16). பல ஸெல்களினு லானக் கேசங்கள் வேறு ஒரு வகையான அமைப்பையும் பெற்று, காணப்படுவதுண்டு. இவைகளில் ஒவ்வொன்றிலும் பல ஸெல்கள் ஒன்று சேர்ந்து பக்கவாட்டில் இணைந்தும் ஒரு மையப்புள்ளி யிலிருந்து ஆரப்போக்கில் அமைந்தும் தோற்றத்திற்குத் தட்டை யாகவும் காணப்படுகின்றது. இப்படிப்பட்டவைகள் பெல்டேட் செதில்கள் அல்லது கேசங்கள் (peltate hairs or scales) என்று

ழைக்கப்படுகின்றன (படம் 7.15). உதாரணமாக, மால்வேஸி (**Malvaceae**) குடும்பத்தின் சில பேரினங்களிலும் பொம்பக்கேஸி (**Bombaeaceae**), ஓலியேஸி (**Oleaceae**) குடும்பங்களைச் சார்ந்த அனேகப் பேரினங்களில் இத்தகைய கேசங்கள் சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்றன. சிலவேளைகளில் இவைகளைத் தாங்கி நிறுத்தக் கூடிய சிறிய காம்பு போன்ற பாகம் இருப்பதுண்டு. அல்லது, இவைகள் அப்படியே புறத்தோலில் புதைந்திருக்கின்ற பாதத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதுமுண்டு.

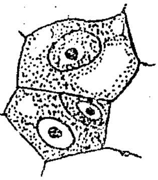
பொராஜினேஸி (**Boraginaceae**) குடும்பத்தில் பல ஸெல்களினாலான கேசங்கள் குறிப்பாக இலைப்பரப்புகளில் அதிக அளவிலும் சர்வ சாதாரணமாகவும் காணப்படுகின்றன. இந்தக் கேசங்கள் ஒவ்வொன்றும் கூர்மையாகவும் தொட்டுப் பார்ப்பதற்கு சொர சொரப்பாகவும், குட்டையாகவும் உண்டாகி அடிப்பாகத்தில் பல ஸெல்களினாலான பீடத்தின் (**pedestal**) மேல் அமைந்திருக்கின்றது (படம் 7.9). இந்த வகைக் கேசங்களின் ஸெல்லுறைகளில், ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பில் பார்ப்பதற்கு சிலிகா (**silica**), கால்சியம் உப்புக்கள் (**calcium salts**) படிந்து, பல சிறு முட்கள் போன்ற அமைப்புகளைப் பெற்றும் கரடு முரடான அமைப்புடன் இருப்பதின் காரணமாக இலைகளைத் தொட்டுப் பார்க்கும் பொழுது அவைகள் சொர சொரப்பான உணர்ச்சியைக் கொடுக்கின்றன. இதுபோன்ற கேசங்கள் ஃபிக்கூஸ் (**Ficus**)இன் சில சிற்றினங்களிலும் ஸ்திரிப்லஸ் (**Streblus**) எனும் பேரினத்திலும் காணலாம். ஹுமுலுஸ் (**Humulus**), பொஹமீரியா (**Boehmeria**) முதலியவற்றின் கேசங்கள் ஒரு ஸெல்லினாலானதையும், அதன் உட்புறத்தில் பக்க உறையில் ஸிஸ்டோலித் (**cystolith**) எனப்படும் கால்ஸியம் கார்பனேட் (**Calcum carbonate**) என்ற பொருள் அடங்கியிருப்பதையும் பார்க்கலாம் (படங்கள் 7.7; 7.8). மேலும் இவைகளின் கேசங்களின் மேற்புறமாகவும் ஓரளவிற்கு இந்த பொருள் படிந்து சொர சொரப்புத் தன்மையைக் கொடுக்கின்றது.

மேற்கூறிய வகைகள் மட்டுமின்றி வேறு சில விசித்திரமான பல ஸெல்களினாலான கேசங்களும் குறிப்பாக சில இனங்களில் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, ஸிடா (**Sida**)வில் கேசரங்கள் பல ஸெல்களினாலாக்கப்பட்டும் அவைகள் பார்ப்பதற்கு ஃபிளாஸ்க் (**flask**) அல்லது கூஜா போன்ற வடிவத்துடனும் இருக்கின்றன (படம் 7.16).

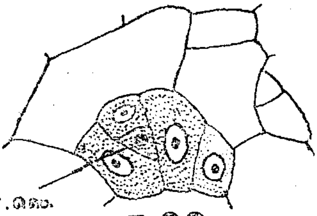
சுரக்கும் ஒட்டு அமைப்புகள் (Glandular trichomes). இவைகள் ஒரு ஸெல்லினாலான கேசரங்களாகவோ அல்லது பல ஸெல்களினாலான கேசரங்களாகவோ அல்லது செதில்கள்



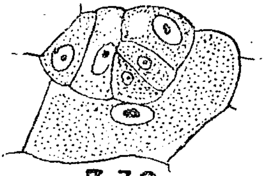

7.27



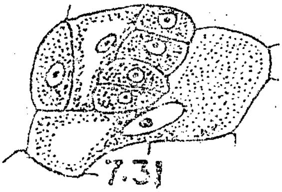
7.28



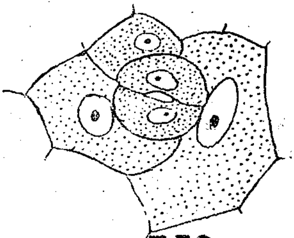

7.29



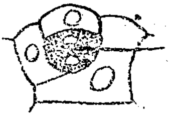
7.30



7.31



7.32




7.33

7.34

படங்கள் 7.27—7.33. அனோஸோசைடிக் ஸ்டோமாவின் வளர்ச்சி முறை ( X 384). விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படம் 7.34. ஒரு ஸ்டோமாவின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம். ( X 454).

மெ. மெரிஸ்தமாய்ட்; தா.செ. காப்பு செல் தாய் செல்; இ.அ. நடு அடுக்கு; வெ.வி. வெளி விளிம்பு; உ.வி. உள் விளிம்பு.

போன்றே (scale-like) இருக்கக்கூடும். பொதுவாக, இவை களெல்லாம் ஸைட்டோபிளாஸத்தைப் பெற்று உயிருற்றவைகளாக இருக்கின்றன. ஒரு ஸெல்லினுலான ஓட்டு அமைப்புகளைக் குறித்து ஏற்கனவே தெரிந்துக் கொண்டோம். இதற்கு உதாரணமாக, லப்போர்த்தியா (Laportea), உர்த்திக்கா (Urtica) (படம் 7.10) ஜிரார்டினியா (Girardinia) முதலியவைகளின் கொட்டும் கேசங்களைக் கூறலாம். ஒவ்வொரு கேசமும் இரு பாகங்களைப் பெற்றிருக்கின்றது. மேல்பாகம் குறுகியும், நீண்டும், ஊசி போன்றும் அதன் அடிப்பாகம் பருத்தும், பை போன்றும் காணப்படுகின்றன (படம் 7.10). இந்த வகை கேசங்கள் ஒரு ஸெல்லினுலானதாகவும் எளியதாகவும் காணப்பட்ட போதிலும் இவைகளின் நுண்ணிய அமைப்பைப் பார்க்கும்பொழுது இவை உன்னத நிலையை அடைந்தவைகள் என்றுதான் கூறவேண்டும். ஏனென்றால், இவைகளின் நுனிப்பாகங்கள் ஸிலிக்கா (silica), கால்ஸியம் என்ற பொருளினுல் ஆக்கப்பட்டும் உருண்டை வடிவத்துடனும் காணப்படுகின்றன. இந்தப் பாகம் எளிதில் பிரிந்து விடக்கூடிய தன்மையையும் பெற்றிருக்கிறது. உருண்டை பாகம் மீதிப் பாகத்திலிருந்து குறுகலான பாகத்தினுல் பிரிக்கப்பட்டு இருப்பதால் எளிதில் பிரிகிறது. எஞ்சியிருக்கும் பாகத்தின் நுனி கூர்மையாகவும் ஊசி போன்றும் காணப்படுகின்றது. இதன் மூலமாக கேசத்தின் அடிப்பாகத்திலிருந்து நச்சுப் பொருளான ஹிஸ்டாமைனும் (hystamine) அஸிடைல் கோலினும் (acetyl choline) தோலினுள் புகுந்து எரிச்சலுடன் கலந்த நமைச்சல் ஏற்படுத்துகின்றது. சில இனங்களில் ஒரு ஸெல்லினுலான சுரக்கும் கேசங்கள் சர்க்கரைப் பொருள் அல்லது தேனைச் சுரக்கக்கூடியவை களாகவும் இருக்கின்றன.

பல ஸெல்களினுலான சுரக்கும் கேசங்கள் அமைப்பையும் சுரக்கின்ற பொருள்களின் தன்மையைப் பொருத்தும் பல வகைகளாக இருப்பதைப் பார்க்கலாம். இவைகளில் ஒரு வகை உப்பு அல்லது சாக் சுரப்பிகள் (salt and chalk glands). இவை, புறத்தோலுள் புதைந்து, அல்லது புறத்தோலுக்கு வெளிப்பட்டு அமைந்திருந்து அல்லது புறத்தோல் மட்டத்தில் அமைந்திருந்து உப்பையும் (sodium chloride) இதர உப்பு வகைகளையும் அல்லது கால்ஸியம் கார்பனேட் பொருள்களையும் சுரக்கின்றன. இத்தகைய உப்பையும், இதர வகையான உப்புப் பொருள்களையும் சுரக்கக்கூடிய கேசங்கள் தாமரிக்கேஸி (Tamaricaceae) குடும்பத்தில் பார்க்கலாம். சாக் அல்லது கால்ஸியம் கார்பனேட் (calcium carbonate) டைச் சுரக்கின்ற கேசங்களை புளும்பாஜினேஸி (Plumbaginaceae), ஸாக்ஸிஃபிரகேஸி (Saxifragaceae) குடும்பங்களில் காணலாம்.

பூச்சி உண்ணும் தாவரங்களான நெப்பந்திஸ் (Nepenthes) உத்ரிக்குலேரியா (Utricularia) ட்ரோஸிரா (Drosera) போன்றவை களில் காணப்படக்கூடிய கேசங்கள் பல வகையான சுரக்கும் கேசங்களாக இருப்பதோடு மட்டுமன்றி, அவை பூச்சிகளை ஜீரணிக்கச் செய்யும் திரவத்தையும், என்ஸைம்களையும் உண்டாக்கு கின்றன. அமைப்பைப் பொருத்து பார்க்கும்பொழுது அவைகள் ஒவ்வொன்றும் பல ஸெல்களினாலான முடிச்சு போன்ற தலைப்பாகத் தையும் அதைத் தாங்குகின்றக் காம்பையும் பெற்றிருக்கின்றன. (படம் 7.6). சில வகையான கேசங்கள் தலைப்பாகத்தில் இரண்டு அல்லது நான்கு ஸெல்களினால் ஆனவை (படம் 7.11). வேறுவகை களான பல ஸெல் சுரக்கும் கேசங்கள் குறித்துப் பின்வரும் அத்தியாயத்தில் விவரிக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

கிராமினி (Gramineae) : க்குடும்பத்தில் அதற்கே உரிய சிறப் பியல்பாக ஒரு வகைக் கேசங்கள் உண்டாகியிருக்கின்றன. கேசங்கள் எப்பொழுதும் குட்டையாகவும் இரு ஸெல்களினாலாக்கப் பட்டும் இருக்கின்றன. இவ்விரு ஸெல்களில், கீழ்ப் பாகத்திலிருக்கும் ஸெல் தடிப்புற்ற ஸெல்லுறைகளைப் பெற்றும் மேல்பாகத்தில் இருக்கும் ஸெல்கள் மிகவும் மெல்லிய உறைகளைப் பெற்றுமிருக் கின்றன. இந்தக் கேசங்கள் இரு ஸெல்களால் ஆனதால் இரு ஸெல் கேசங்கள் எனக்கூறுவது பொருத்தமாயினும் இவைகளை மைக்ரோகேசங்கள் என்றே கூறுகின்றனர் (படம் 7.4). இவை களுக்கு இரு ஸெல்களிருந்த போதிலும் மெல்லிய உறைகளைப் பெற் றிருக்கின்ற மேல் பாகத்தின் ஸெல் எளிதில் பிரிந்து விடக்கூடியவை களாதலால், பொதுவாக இவைகளைப் பார்க்கும்பொழுது இரு ஸெல்களுக்குப் பதிலாக அடிப் பாகத்தில் நிலைத்திருக்கின்ற ஸெல்லை மாத்திரம் தான் பார்க்க முடிகின்றது. இந்த விசித்திரமான நிலைக் உரிய காரணங்களில் ஒன்று, இரு ஸெல்களின் உறைகள் வெவ் வேறு அளவிற்குத் தடிப்புற்றிருப்பதும் மற்றொன்று இந்தக் கேசங்கள் சுரக்கும் செயலைப் புரிகின்றன என்பதும், அந்த செயல் முடிந்தவுடன் மெல்லிய உறைகொண்ட மேலிருக்கும் ஸெல்கள் தானாகவே விழுந்து விடுகின்றன என்பதுமாகும்.

சுரக்கும் கேசங்களைத் தவிர மற்ற வகை கேசங்களின் செயல் களைக் குறித்துத் தெளிவாகவும் நேரிடையாகவும் தெரிவதில்லை. வறட்சியான பிரதேசங்களில் வாழ்ந்து வருகின்ற தாவர இனங் களில் எல்லாம் கேசங்கள் சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்ற காரணத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு, இவை நீராவிப் போக்கைக் கட்டுப்படுத்தவும் மறைமுகமாக ஓரளவிற்கு பயன் படுகின்றன என்று கூறப்பட்டு வருகின்றது. உறுப்புக்களின்

வெப்பத்தன்மை அதிகரிக்காமலிருக்கச் செய்வதற்கு இவை ஒரு வகை உறை போன்று அமைகின்றன என்றும் கூறப்பட்டு வருகின்றது. ஆனால் சுரக்கும் கேசங்கள் தனிப்பட்ட சில வகையான பொருள்களைச் சுரந்து வெளிப்படுத்துவதற்கும் இதனால் செடி இனங்கள் மறைமுகமான வழிகளில் பலன்களை அடையக் கூடும் என்றும் கருதப்படுகிறது. எப்படியிருந்தபோதிலும் மேலே குறிப்பிட்டபடி ஒட்டு அமைப்புகளின் வகைகள் எல்லாம் பாகுபாட்டியலில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

எந்த வகை ஒட்டு அமைப்பாக இருந்தாலும் அது முதன் முதலாக புறத்தோல் செல்லிலிருந்து சிறிய முட்டாகத் (**protruberance**) தோன்றி, பிறகு இந்த முட்டு உயரப்போக்கில் நீண்டு வளர்ந்து பின்னால் ஏற்படப் போகின்ற கேசங்களின் வகைகளுக்கேற்ப, குறிப்பிட்ட முறைகளிலும் அளவிலும் செல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்டு கேசங்களின் வகைகளுண்டாவது ஒரு பொது விதியாக ஏற்பட்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

பொதுவாக ஒட்டு அமைப்புகளின் செல்லுறைகள் செல்லுலோஸினாலான செல்லுறைகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. சில வேளைகளில், இந்த செல்லுறைகளில் லிக்னின் எனும் பொருள் கலந்து தடிப்புற்ற செல்லுறைகள் காணப்படுவதுண்டு. பருத்தி நார்கள் அல்லது கேசங்களில் பிரைமரி செல்லுறையுடன் செகண்டரி செல்லுறைகள் இணைந்து காணப்பட்ட போதிலும், இயற்கைக்கு மாறாக இந்த செகண்டரி செல்லுறைகள் ஏறக்குறைய செல்லுலோஸ் என்ற பொருளினால் ஆக்கப்பட்டதாகும். மேலே கூறியபடி, சில உதாரணங்களில் கேசங்களின் செல்லுறைகள் கால்ஸியம் உப்புக்களினாலும் ஸிலிகாப் பொருள்களை பெற்றும் கரடு முரடான செல்லுறைகளை உண்டாக்குவதுமுண்டு. சுரக்கும் கேசங்களாக இருந்தால் அவைகள் உயிருற்றவையாயும், பசுங்கணிகங்களைப் பெற்றும் இருக்கின்றன. இவைகளைத் தவிர்த்து ஏனையக் கேசங்களில், சாற்றுக்குழிகளை அதிக அளவில் பெற்றும் அல்லது உயிரற்ற நிலையில் உலர்ந்ததாகவும் காணப்படுவதுண்டு.

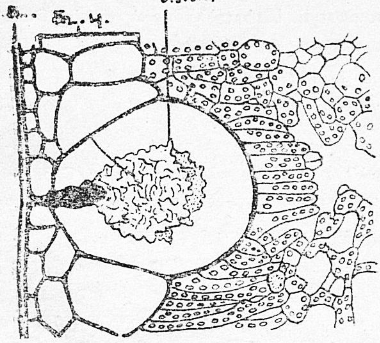
**வேர்த்தூவிகள்** (Root hairs): வளர்ந்து கொண்டு வருகின்ற எல்லா வேர்களின் நுனிப்பாகங்களுக்குச் சிறிது மேலாக, வெளித்தோற்றத்திற்குப் பஞ்சு போன்ற தோற்றத்தைக் கொடுக்கக் கூடிய பாகம் ஒன்று இருக்கின்றது. இந்தக் குறிப்பிட்ட பாகத்தைப் பெரிதுபடுத்திப் பார்த்தால் இதில் பல நுண்ணிய, குழல் போன்றதும் ஒவ்வொன்றும் ஒரு செல்லினாலான அமைப்பையும் ஏறக்குறைய வேர்களுக்குப் பக்கவாட்டில் நேர்க்கோணத்தில் குறுக்காகவும்

அல்லது சாய்வுற்றும் நெருக்கமாகவும் அடர்த்தியாகவும் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். இப்படிப்பட்ட நுண்குழல் போன்று நீண்டு வளர்ந்திருக்கின்ற ஒவ்வொன்றும் வேர்த்தூவி (root hair) என்று கூறப்படுகின்றது. இவைகள் எல்லாம் உயிருற்ற நிலையிலும், சைட்டோபிளாஸத்தை செல்லுறையை அடுத்துப் பெற்றும் நூக்ளியஸும் செல்லுறையை நோக்கி அமைந்தும் நடுவில் சாற்றுக் குழிகளைப் பெற்றதொரு அமைப்பைக் கொண்டும் இருக்கின்றன. இவைகள், வேர்கள் நீரை உறிஞ்சக்கூடிய பரப்பின் அளவை மேற்கொண்டு பன்மடங்காக விரிவுபடுத்துதற்குப் பயன்படுகின்றது. கிடைத்திருக்கின்ற டிட்மரின் (Ditmer, 1937) குறிப்புப்படி இந்த உண்மையை அறியலாம். ரை (rye) என்ற செடியின் 13,800,000 வேர்கள், 2500 சதுரஅடி பரப்பைப் பெற்றிருக்கின்றது என்றும் இந்த எண்ணிக்கையில் இருக்கின்ற வேர்களுடன் 14 மில்லியன் வேர்த்தூவிகள் ஒன்று சேர்ந்து பரப்பு அதிகரிப்பைக் கணக்கிடும் பொழுது, அது 4,300 சதுர அடிகளாக ஆகின்றது என்று கூறியிருக்கின்றார். இதிலிருந்து வேர்த்தூவிகளின் முக்கியத்துவத்தை நன்கு தெரிந்து கொள்ள முடிகின்றது. எப்படியிருந்த போதிலும் வேர்த்தூவிகள் நிலையற்று, சில நாட்களுக்குத்தான் இருக்கக் கூடியவை. பழைய வேர்த்தூவிகள் இருவகையான மாற்றங்களை அடைகின்றன. ஒன்று, தளர்ந்து விழ்ந்து போதல்; மற்றொரு வகையில் வேர்தூவிகளின் செல்லுறைகள் புறத்தோல் செல்களிலிருந்து நீக்கப்படுகின்றன. அப்படி நீக்கப்படா விட்டால், அவைகளின் செல்லுறைகள் ஸுபரின் (suberin) லிக்னின் (lignin) கலந்த செல்லுறைகளாகமாறுகின்றன.

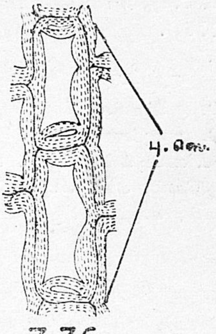
செல்லுறை அமைப்பு (Cell wall structure) : வேர்த்தூவிகள் பிரைமரி செல்லுறைகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. பிரைமரி செல்லுறைகள், செல்லுலோஸ், பெக்டிக் கூட்டுப்பொருளால் ஆனதாகும் என்று நன்கு தெரிந்திருந்த போதிலும் இந்த செல்லுறைப் பொருள்கள் எந்தெந்த முறையில் செல்லுறைகளில் அமைந்திருக்கின்றன என்பதைக் குறித்து இருவிதக் கருத்து வேற்றுமைகள் இருக்கின்றன. ஒரு கருத்தின்படி, செல்லுலோஸ் அடிப்படை ஆதாரப் பொருளாகவும் அதனுடைய மைக்ரோஃபைப்ரில்களுடன் பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்கள் கலந்து செல்லுறை உண்டாகின்றது என்பதாகும். அதே சமயத்தில் மற்றொரு கருத்தின்படி, செல்லுலோஸிலான செல்லுறைப் பாகம் தனிப்பட்டு உட்பாகமாகவும் கால்ஸியம் பெக்டேட் (calcium pectate) முன்னதற்கு வெளியலமைந்து ஒரு தனிப்பட்ட பாகமாகவும் அமைந்துண்டாகிறது வேர்த்தூவிகளின் செல்லுறைகள் என்பதாகும். இந்தக் கருத்து வேறுபாடு

கள் ஒரு புறமிருக்க, எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியைக் கொண்டு வேர்த்தூவிகளின் செல்லுறையைக் குறித்து ஆராய்ந்து பார்த்ததில், மேலே கூறப்பட்ட ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின் முடிவுகளுக்கு முற்றிலும் மாறுபட்ட உண்மைகள் சில தெரிய வருகின்றன. இந்த வகையில் ஆராய்ந்தறிந்த ஒரு முடிவின்படி வேர்த்தூவிகளின் செல்லுறைகள் இரு அடுக்குகளாக இருப்பதாகவும் அவைகளில் வெளிப்புறத்தில் உண்டாகியிருக்கின்ற அடுக்கு பெக்டின்கள் (pectins) ஹெமிசெல்லுலோஸ்களினாலான (hamicelluloses) உருவமற்ற அடிப்படைப் பொருள்களில் (amorphous matrix) செல்லுலோஸ் மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் ஒழுங்கற்ற முறையில் அமைந்து உண்டாகிறது. என்றும் அதே சமயத்தில் உட்புற அடுக்கு செல்லுலோஸ் மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் உயரப்போக்கில் அமைந்தும் உருவமற்ற பொருள்களுடன் சிறிதளவிற்குக் கலந்தும் அல்லது கலவாமலும் உண்டாகின்றது என்றும் கூறப்பட்டிருக்கின்றது. மற்றொரு ஆராய்ச்சியின் வாயிலாகத் தெரிவது என்னவென்றால் வேர்த்தூவிகளின் செல்லுறைகளை வெளியிலிருந்து உட்புறமாக நோக்கிக் கவனிக்கும் பொழுது வெளிப்புறத்தில் மூஸிலேஜ் (mucilage) என்ற பொருளினாலான அடுக்கும் இதைத் தொடர்ந்து கூட்டிக்கிளும் (cuticle) பெக்டின் அடுக்கும் (pectin layer) கடைசியாக உட்புறத்தில் பெக்டின், செல்லுலோஸ் கலந்துண்டான அடுக்கும், அடுத்தடுத்து ஒன்றன் பின் ஒன்றாக வரிசைக்கிரமமாக உள்நோக்கி அமைந்திருக்கின்றதாகக் கூறப்பட்டிருக்கின்றது.

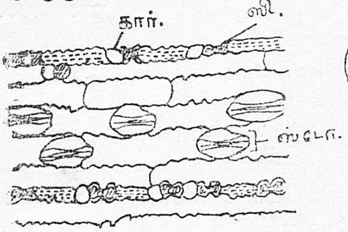
**வளர்ச்சிமுறை (Development):** வேர்த்தூவிகளின் வளர்ச்சி முறைகளில் சிறப்பாகக் காணப்படுகின்ற உண்மை என்னவென்றால், இவைகள் எல்லாம் வேர்நுனிப் பாககத்தில் உண்டாவதாகும். மேலும், இவை ஏற்கனவே வேர்த்தூவிகளுக்கிடையே எப்பொழுதும் உண்டாவதில்லை. இந்த வகையில் தோன்றியிருக்கின்ற வேர்த்தூவிகளையெல்லாம் ஒன்று சேர்த்து பார்க்கும்பொழுது இவைகளிடையே உள்ள நீள அளவு வேறுபாடுகள் வேர் நுனிப்பாகத்திலிருந்து படிப்படியாக மேல்நோக்கி அதிகரித்துக் கொண்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம். அதிக அளவில் விறுவிறுப்பாக செல் பிரிதல்கள் ஏற்படுகின்ற பாகங்களில்தான் வேர்த்தூவிகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன என்று காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. வேர்த்தூவிகள் வேரின் புறத்தோலைப் பொருத்து இரு முறைகளில் உண்டாகலாம். ஒரு முறைப்படி, புறத்தோல் செல்களெல்லாம் ஒரே தன்மையினதாக இருந்தால் அவைகள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு சிறு முகிழ் (papilla) போன்று வெளிப்பட்டு பிறகு இது மேன்மேலும் நீண்டு வளர்ந்து உண்டாவதாகும். இந்த முறையில் புறத்தோல் செல்களெல்லாம் ஒத்தாற்போல் வேர்த்தூவிகளை உண்டாக்கக்கூடிய



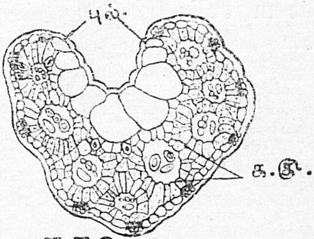

7.35



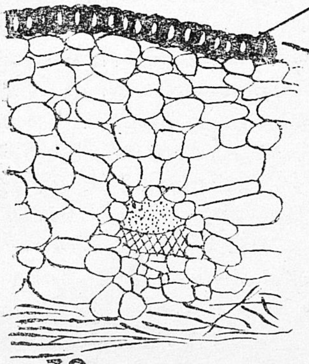

7.36



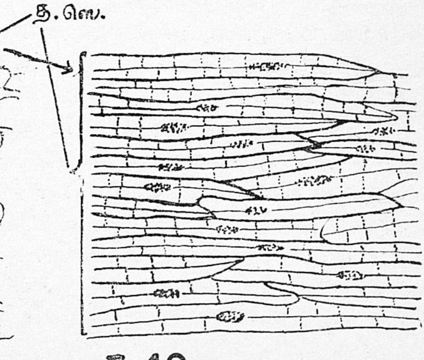

7.37




7.38




39



7.40

படம் 7.35. ஃபிக்குஸ் எலாஸ்திகா (Ficus elastica) இலையின் குறுக்கு வெட்டு ( X 176). கூட்டுப்புறத் தோலேயும், லிஸ்டோலித்தையும் பார்க்கவும்.

படம் 7.36. புல்போஸ்தீலிஸ் (Bulbostylis) தடிப்புற்ற புறத்தோல் செல்களின் பரப்பு நோக்கு ( X 281).

படம் 7.37. பிராமணியின் புறத்தோல் பரப்பு நோக்கு ( X 165).

படம் 7.38. புல்போஸ் தீலிஸ் பார்பாத்தா (Bulbostylis barbata) இலையின் குறுக்கு வெட்டு ( X 64).

படங்கள் 7.39—7.40. அல்லியும் ஸத்திவும் (Allium sativum)
7.39. குமிழ்தண்டு ஸெதில் இலையின் குறுக்கு வெட்டு ( X 74)
7.40. பரப்பு நோக்கு ( X 74)
கூ. கூட்டிக்கில்; கூ.பு. கூட்டுப் புறத்தோல்; ஸிஸ். ஸிஸ்டோலித்; பு. ஸெ. புறத்தோல் ஸெல்; கார். கார்க் ஸெல்; ஸி ஸிலிகா; ஸ்டோ. ஸ்டோமா; புல். புல்லிஃபாம் ஸெல்கள்; க.கு. கதிர் ஒத்த பாரங்கைமா; த.ஸெ. தடிப்புற்ற ஸெல்கள்.

சக்தியைப் பெற்றிருப்பதாகத் தெரிகின்றது. மற்றொரு முறைப்படி, புறத்தோலை உண்டாக்குகின்ற புரோட்டோடெர்ம் ஸெல்கள் (protoderm cells) என்ற முன்னோடி ஆக்குத்திசு (precursory meristem) வின் ஸெல்லில், ஸெல் பிரிதல் உண்டாகி, அதன் விளைவாக, சமமற்ற இரு ஸெல்கள் தோன்றுகின்றன. இவைகளிரண்டில் சிறிய ஸெல் வேர்த்தூவி உண்டாக்கக் கூடிய செயலில் ஈடுபடுகின்றது. இதன் காரணமாக இந்தச் சிறிய ஸெல் டிரைக்கோபிளாஸ்ட் (trichoblast) என்றழைக்கப்படுகின்றது. இந்த டிரைக்கோபிளாஸ்ட்கள் தான் பிறகு வேர்த்தூவிகளை உண்டாக்குகின்றன (படங்கள் 7.14;7.17). டிரைக்கோபிளாஸ்ட்கள் மற்ற ஸெல்களிலிருந்து அளவையும் செயலையும் பொருத்து வேறுபட்டுக் காணப்படுவதோடல்லாமல் ஸெல்லியல் குணதிசயங்களைப் பொருத்தும் வேறுபடுகின்றன. உதாரணமாக, டிரைக்கோபிளாஸ்ட்களில், ஸைட்டோபிளாஸம் அடர்த்தியாகவும், என்ஸைம் செயலை அதிக அளவில் பெற்றும் ஆர். என். ஏ. (R. N. A.) என்ற பொருளை அதிக அளவில் பெற்றிருக்கின்ற வகைகளில், இவைகளை, ஏனைய ஸெல்களிலிருந்து பிரித்தறிய முடியும். டிரைக்கோபிளாஸ்ட்களினுதவியால் ஏற்பட்டு வருகின்ற வேர்த்தூவிகளை, கிராமினி (Gramineae) குடும்பத்தில் பார்க்கலாம்.

## 8. பாரங்கைமா (Parenchyma)

இலக்கணமும் வரையறையும் ( Definition and delimitation ) : பாரங்கைமா என்பது பொதுவாக தடிப்பற்ற செல்லுறையையும் ஏறக்குறைய சமபக்கங்களையும் உடைய செல்களை உடைய ஓர் திசுவாகும். இத்திசுவிலுள்ள ஒவ்வொரு செல்லும் பாரங்கைமா செல் (parenchyma cell) என்றழைக்கப்படும். இது எப்பொழுதும் ஓர் உயிருள்ள திசுவாகும். இத்திசு அமைப்பு, வடிவம் செய்கின்ற வேலை முதலியவைகளைப் பொருத்து பலவகைகளில் மாறுபடக் கூடியதாகும். பாரங்கைமா என்ற கலைச்சொல் (techincal term) கிரேக்க மொழியிலிருந்து எடுத்துக் கையாளப்படுகின்ற ஓர் சொல் லாகும். இதன்படி பிரித்துப் பார்க்கும்பொழுதும் பாரா (para) என்பது பின்பு அல்லது பின்னல் என்பதையும் என்கெயின் (en-chein) என்பது ஊற்றுவது என்பதையும் குறிக்கின்றன. மேற் கூறிய அர்த்தங்களை ஒன்று கூட்டிப் பார்க்கும்பொழுதும் ஆதி காலத்து கோட்பாட்டின்படி பார்க்கும்பொழுதும், இது முன்னல் தோன்றியதும், திடப்பொருளாக (solid) அமைந்திருக்கின்றதுமான எல்லா திசுவகைகளுக்கும் பின்னல் ஊற்றி வைக்கப்பட்ட பாதித்திர வப்பொருள் (semi liquid) என்ற பொருளைக் கொடுக்கிறது. தாவர வகைகளைப் பொருத்த மட்டில், பாரங்கைமா ஓர் முக்கியமான திசுவாகக் (principal tissue) கருதப்பட்டு வருகின்றது. இந்த அடிப்படைக் கருத்தின்படி ஆராயும் பொழுது, ஒவ்வொரு செடி இனத்தின் உறுப்புக்களில் (organs) பாகங்களிலெல்லாம் ஏதாவ தொரு குறிப்பிப்பிட்ட அளவில் இந்தத் திசு எப்பொழுதும் பரவி யிருப்பதைப் பார்க்கலாம். மேலும் பார்க்கப்போனல், பாசிவகை களில் உயர்ந்த வர்க்கம் முதல் பூக்கும் தாவரவினங்கள் ஈருக எல்லா தாவர வகைகளிலும் இத்திசு முழு அளவிலோ அல்லது ஒரு சில குறிப்பிட்ட பாகங்களிலோ அடங்கியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். வேருெரு வகையில் பார்க்கும்பொழுது, பாரங்கைமாத் திசு அடிப் படைத் திசு (fundamental tissue) அல்லது ஆதாரத்திசு (ground tissue) என்று கருதப்பட்டு வருகின்றது. இதை அடிப்படைத் திசு என்று கருதப்படுவதற்குக் காரணம், செடிகளின் வளர்ச்சிக்குக்

காரணமான எல்லாவகை ஆக்குத்திசுக்களும் (meristems), இன விருத்தி ஸெல்சளுங் (reproductive cells) கூட பாரங்கைமாத் தன்மை வாய்ந்தவைகளாக இருப்பதாகும். இது போன்ற பாரங்கைமா ஆதாரத்திசு என்று கூறப்படுவதற்குக் காரணம், இது ஒரு செடி முழுவதிலோ, அல்லது அதன் பாகங்களிலோ ஆதாரப் பொருளாகவும், அதனினூடே ஏனைய திசு வகைகளிலெல்லாம் பொதிந்தும் காணப்படுவதாகும். தோற்ற வரலாற்றின்படி ஆராய் வோமானால், மிகப் பண்டைய, பல ஸெல்களினாலான தாழ்ந்த நிலை யிலுள்ள தாவரங்களின் (primitive multicellular plants) பாகங் கள், பாரங்கைமா ஸெல்களினால் உண்டாக்கப்பட்டிருப்பதினால் இத் திசு ஏனையவகைத் திசுக்களுக்கெல்லாம் முன்னோடியாக (precursor) இருக்கின்ற உண்மை புலப்படும். இத்திசுவின் வளர்ச்சி வரலாற் றின்படி பார்க்கும்பொழுது மற்றொரு உண்மை வெளிப்படுகின்றது. அதாவது இத்திசு, ஏனையதிசுக்களைக் காட்டிலும் குறைந்த அளவோ அல்லது முற்றிலும் வேறுபாடடையாத (undifferentia-ted) திசுவாகவோ காணப்படுகின்றது. இதன் காரணமாக இது உருவ இயலின்படியும் (morphologically) செய்கின்ற செயலை யொட்டியும், முன்னேற்றமடையாத (unspecialised) திசுவாகவும் கருதப்படுகின்றது. இப்படிப்பட்ட பாரங்கைமா திசுவை, டிரக்கீடு கள் (tracheids), வெஸல்கள் (vessels) ஃபுளோயம் (phloem) போன்ற சிறப்புத் தன்மைகளையும், முன்னேற்றமடைந்த திசுக் களுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது, இது எவ்வளவு குறைந்த அளவிற்கு முன்னேற்றமடைந்திருக்கிறது என்ற உண்மை தெரி கின்றது, அதே சமயத்தில், இத்திசுவை ஒரேயடியாக முன்னேற்ற மடையாதது என்று கூறிவிட முடியாது. உதாரணமாக, இலைகளி லிருக்கும் ஸ்பாஞ்சி (spongy) பாலிஸேட் (palisade) பாரங்கைமா வைப் பார்க்கும்பொழுதும், அவைகள் ஒரு தனிப்பட்ட சிறப்பான வேலையை செய்து வருகின்றன என்பதைக் கருதும்பொழுதும், இந்த வகை பாரங்கைமாத்திசுக்கள் உன்னத நிலையடைந்தவை களாகவே கருத வேண்டும் என்ற அவசியமேற்படுகின்றது. உயிருள்ள திசுவகைகளிலொன்றான பாரங்கைமாவின் இயல்புகள் நிரந்தரமாக இருப்பதில்லை. இதனால் சில பல குறிப்பிட்ட சூழ்நிலை களில் இத்திசு திரும்பவும் ஆக்குத்திசுவாக மாறி (merirstem) ஆக்குத்திசுவின் செயலைச் செய்வதற்கு வேண்டிய சக்தியை வெவ் வேறு அளவுகளில் பெறுகின்றது. இதற்கு அடிப்படைக்காரணம், இது ஒரு உயிருற்ற திசுவாக இருப்பதாகும். மேலும், இது அதிகம் முன்னேற்றமடையாததொரு திசுவாகவும் இருப்பதுமாகும். காயப் படுத்தப்பட்ட இடங்களில் புதிய திசுக்களாக தோன்றி புதுப்பிப் பதற்கும் (regenevation) வேறு சில பரிசோதனையின் பாற்பட்ட ஆராய்ச்சி முறைகளுக்கும் இத்திசு பயன்படுகிறது. இந்த ஒரு குறிப்

பிட்ட சிறப்பான இயல்பு, இந்தத் திசுவிற்கு இருப்பதை அடிப்படையாக வைத்துக்கொண்டும், இந்தத் திசுவின் ஸெல்கள் வேறு வகையான ஸெல்களாக மாறக்கூடிய சக்தியை ஆதாரமாகக் கொண்டிருக்கின்ற காரணத்தினடிப்படையிலும் பார்க்கும்பொழுது, இத் திசுவிற்கு ஓர் சர்வவல்லமை (totipotency) இருப்பதாக அறிகின்றோம்.

ஆகவே பாரங்கைமாத் திசுவைத் தக்க முறையில் விவரிக்கவும் புரிந்து கொள்ளவும் வேண்டுமானால், இதை ஒரு முக்கியமான திசுவாகவும்,(principal tissue), அடிப்படைத் திசுவாகவும் (fundamental tissue), ஆதாரத் திசுவாகவும் (ground tissue), காலத்தில் முதன் முதலாகத் தோன்றிய பண்டையத் திசுவாகவும் (primitive tissue), வேறுபாடடையாததும் (undifferentiated), முன்னேற்றமடையாதத் திசுவாகும் (unspecialised tissue) பூரணவல்லமை வாய்ந்த திசுவாகவும் (totipotential tissue) கருத வேண்டும்.

## அமைப்பு (Structure)

அடக்கப் பொருள்கள் (contents): மேலே கூறியபடி பாரங்கைமா ஸெல்கள் உயிருற்றவைகளாக இருக்கின்ற காரணத்தினால் அவைகளில் பலவகையான அடக்கப் பொருள்கள் (contents) உண்டாவதற்கான நிலை ஏற்படுகின்றது. இந்த அடக்கப் பொருள்களின் தோற்றமும், வகைகளும், பாரங்கைமா ஸெல்கள் செய்கின்ற பலதரப்பட்ட வேலைகளைப் பொருத்தும், அவைகளமைந்திருக்கின்ற செடியின் உறுப்பைப் பொருத்தும் வேறுபடுகின்றன. உதாரணமாக, இலைகளினூடே காணப்படும் ஒரு வகையான பாரங்கைமாத் திசு, பசுமையான நிறத்தினதாக இருக்கின்ற காரணத்தினால் குளோரங்கைமா (chlorenchyma) என்று கூறப்படுகிறது. இந்த குளோரங்கைமாத் திசுவைப் பொருத்தமட்டில், ஒரு முக்கியமான வேலையாகிய ஒளிச்சேர்க்கையில் பங்கு கொண்டு, உணவுப்பொருள் தயாரித்தலில் சூரியவெளிச்சம் (sunlight), கரியமிலவாயு (carbon-di oxide) பசுங்கணிகம் (chlorophyll) போன்றவைகளின் உதவியைக்கொண்டு செயல்படுவது வெளிப்படையான உண்மையாகும். குளோரங்கைமாத் திசுவில், பசுங்கணிகங்கள் வெவ்வேறு அளவில் காணப்படுவதோடல்லாமல் அவைகளில் தரசப்பொருள்களும் (starch) அடங்கியிருக்கின்றன. குளோரங்கைமா இலைகளில் அமைந்திருப்பதைப் போன்று, செடிகளின் இளம்பாகங்களிலும், புறணி (cortex) பாகங்களிலும்,சில வேளைகளில் பித்(pith) என்ற தண்டின் மையப் பாகத்திலும் உண்டாகக்கூடும். ஒளிச்சேர்க்கை (photosynthesis) செய்யாத பாகங்களிருக்கும் பாரங்கைமா ஸெல்களில் பசுங்கணிகம் காணப்படுவதில்லை. இதற்குப் பதிலாக இப்படிப்பட்ட ஸெல்களில் பசுங்கணிகங்களுக்குப் பதிலாக, வெளிர்க்கணிகங்கள்

(leucoplasts) நிரம்பியிருக்கும் வேறுவகையான பாரங்கைமாத் திசுவில் பலவகையான உணவுப்பொருள் உண்டாக்கப்பட்டு, அவைகள் பாரங்கைமா செல்களில் சேமிக்கப்படுகின்றன. இந்த சேமிப்புப் பொருள்கள் (stored substances) செல்களின் சாற்றுக் குழிகளிலோ அல்லது சைட்டோ பிளாஸத்திலோ (cytoplasm) சேர்த்துவைக்கப்படுகின்றன. இந்த சேமிப்புப் பொருள்கள் பலதரப் பட்டவை. இவைகள் தரசமணிகள் (starch grains), புரதப்பொருள் கள் (protenaceous substances), எண்ணெய், கொழுப்புப் பொருள் கள் (oils and fats), சர்க்கரைப் பொருள்கள் (carbohydrates), அமைட்கள் (amides) போன்ற பொருள்களாகும். இவைகளில் சாதாரணமாக அமைட்கள், புரதப் பொருள்கள், சர்க்கரைப் பொருள்கள் சாற்றுக் குழிகளிலும் (vacuoles), தரசப் பொருள்கள் (starch) சைட்டோபிளாஸத்திலும் சேமிக்கப்படுகின்றன. செடியின் பல உறுப்புக்களிலுள்ள பாரங்கைமாத் திசுக்களில் குறிப்பாக வித்திலைகள் (cotyledons) கிழங்கு வகைகள், எண்டோபிளாஸம்' சதையான இலைகள்(fleshy leaves)ரே பாரங்கைமா(ray parenchyma) சைலம் பாரங்கைமா (xylem parenchyma) போன்றவைகளில் பாரங்கைமாத்திசு, பல வகையான உணவுப்பொருள்கள் சேமிக்க படுவதைப்போல், சதைப்பற்றுள்ள தாவர இனங்களின் உறுப்புக் களிலெல்லாம் (succulent species) பெருவாரியாகக் காணப்படும். பாரங்கைமாத்திசு நீரைச்சேமித்து வைத்துக்கொள்வதற்குப் பயன் படுகின்றது. பாரங்கைமா செல்களின் சாற்றுக் குழிகளில் டேன்னின்(tannin) என்று சொல்லப்படுகின்ற ஒருவிதப்பொருள் அடங்கியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இவைகள் செடிகளுக்கு காயங்கள் ஏற்பட்ட பாகங்களுக் கருகாமையிலுள்ள பாரங்கைமா செல்களுண்டாகின்றன என்று ஒரு வகையில் கருதப்பட்ட போதிலும், சில தாவரவினங்களைப் பொருத்த மட்டில் டேன்னின் இயற்கையாகவே உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். உதாரணமாக ஸிப்பிரேஸி (Cyperaceae) என்ற குடும்பத்தைச் சேர்ந்தக் கோரை வகைகளில், இந்த டேன்னின் என்ற பொருள் பாரங்கைமா செல்களில் வெவ்வேறு அளவில் தோன்றியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இது போன்று ஏறக்குறைய எழுபத்தைந்து குடும்பங்களிலுள்ள தாவரவினங்களில் டேன்னின் எல்லா உறுப்புகளிலோ அல்லது குறிப்பிட்ட ஒரு சில உறுப்புகளிலோ பாரங்கைமாத் திசுக்களில் டேன்னின் அடங்கியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். மேலும் பாரங்கைமா செல்களில் பலவகையான தாதுப்பொருள்களும்(mineral substances)சேமிக்கப் படுகின்றன. உதாரணமாக, கால்சியம் உப்புக்களும் (calcium salts) சிலிகா (silica) போன்ற பொருள்களும் சேமிக்கப்படுகின்றன. இவைகளில் கால்சியம் உப்புக்கள், கால்சியம் கார்பனேட் (calcium carbonate), கால்சியம் ஆக்சலேட்டாக (calcium oxalate) இருக்கும்

பொழுது, அவைகள் சில குறிப்பிடத்தக்க வடிவங்களுடைய படிகங்களாகக் காணப்படுகின்றன. இவைகளின் படிக உருவங்களைக் குறித்து விரிவாக முன் அத்தியாயத்தில் தெரிந்து கொண்டோம்.

செல்லுறைகள் (Cell walls): பொதுவாக, பாரங்கைமா செல்லின் உறைகள் மெல்லியதாகவும், அதிக அளவிற்கு தடிப்பற்றதாகவுமுள்ள பிரைமரிசெல்லுறையைப் (primary wall) பெற்றிருக்கின்றது. இந்த பொதுயியல்பிற்கு விதிவிலக்காக, ஈச்சம் (phoenix dactylifera) பெர்சிமான் என்றழைக்கப்படுகின்ற டியோஸ்பிரோஸ் (Diospyros), அஸ்பராகுஸ் (Asparagus), காபி (coffee arabica) போன்றவைகளில் விதைகளிலிருக்கின்ற பாரங்கைமாவினுலான எண்டோஸ்பர்ம் (endosperm), பிரைமரி செல்லுறைகள் (primary walls) செல்களின் அதிக அளவில் தடிப்பற்ற செல்லுறைகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. சில வேளைகளில் செகண்டரி ஸைலத்திலுள்ள (secondary xylem) ரேத் திசுக்கள் (ray tissues) தடிப்பற்ற செல்லுறைகளைப் பெற்றிருப்பதோடல்லாமல், லிக்னின் (lignin) என்ற பொருள்களிலான செகண்டரி செல்லுறைகளை (seconlary walls) யும் பெற்றிருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

இந்த செல்கள் எங்கெங்கு பிரைமரி செல்லுறைகளை மாத்திரம் பெற்றிருக்கின்றனவோ அவைகளெல்லாம் அதிக அளவில் செல்லுலோஸ் (cellulose) என்ற பொருளினுல் ஆக்கப்பட்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம். அதே சமயத்தில் பாரங்கைமா செல்கள், பிரைமரி, செகண்டரி என்று இரு விதமான செல்லுறைகளைப் பெற்றிருக்கும்பொழுது (செகண்டரி ஸைலத்தின், ரேத் திசுவின் பாரங்கைமா செல்கள்) அவைகளின் செல்லுறைகளில் காணப்படும் குழிகள், எளிய குழிகளாகவோ (simple pits) அல்லது வரையுற்ற குழிகளாகவோ (bordered pits) இருக்கின்றன. எப்படியிருந்தபோதிலும் பாரங்கைமாத் திசுவை செல்லுறைகளினியல்புகளின் அடிப்படையில் பிரைமரி செல்லுறைகளைப் பெற்றுள்ள பாரங்கைமா என்றும், பிரைமரி செகண்டரி இருவகை செல்லுறைகளைப் பெற்றுள்ள பாரங்கைமா என்றும் பாகுபாடு செய்வது, பயனளிக்கக் கூடிய காரியமாகாது.

செல்லமைப்பு முறை (Cell arrangement): சாதாரணமாக பாரங்கைமாத்திசு சிறிதும் செல் இடைவெளி (intercellular space) இன்றி மிக நெருக்கமாகவோ அல்லது குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு காற்று இடைவெளிகளுடன் (air-spaces) கலந்தோ (படங்கள் 16.2; 16.3; 16.6) செடிகளின் உறுப்புக்களில் அமைந்திருக்கின்றது. இந்த வகையில் காய் கனிகளில் உள்ளதுவும், மற்றும் சதையுற்ற உறுப்புக்

களிலுள்ளதுமான சேமிக்கும் (storage parenchyma) செல்லிடை வெளிகளுடன் (Inter celluar spaces) கலந்து அமைந்திருக்கின்றன. இதற்கு மாறாக வித்துக்களிலுள்ள எண்டோஸ்பர்மின் பாரங்கை மாத்திசு செல்லிடை வெளிகளை மிகக் குறைந்தளவிற்குப் பெற்றும் அல்லது அவைகள் முற்றிலும் இல்லாத நிலையில் அமைந்திருப்ப தையும் பார்க்கலாம். இலைகளில் அடங்கியிருக்கும் குளோரங்கைமா (chlorenchyma), காற்றோட்டத்தை பெறக்கூடிய அளவிற்கு செல்லிடை வெளிகளுடன், குறிப்பிடத்தக்க வகையில் அமைந் திருக்கும். இது போன்ற அமைப்பை தண்டு பாகத்திலுள்ள குளோரங்கைமாவிலும் பார்க்கலாம்.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட காற்றுவெளிகள் (airspaces) இருவகை களிலுண்டாகலாம். எலோடியா (Elodea sp), ஹிட்ரில்லா (Hydrilla sp) என்ற இனங்களின் வளர்கின்ற தண்டு, இலைகளில் காணப்படும் காற்றுவெளிகள், செல்கள் பிரிந்து வளர்ச்சி வேறுபாடுகளின் மூலம் (Differentiation) அந்த உறுப்புக்களில் உயரப்போக்கிற்கு ஒரு ஒழுங்கான முறையிலுண்டாகின்றன. இவ்வாறு உண்டான பிறகு அவைகள் ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணைந்து ஒரு தொடர்ச்சியான காற்றுக்குழாய்கள் போன்ற அமைப்பைப் பெறுகின்றன. இந்த முறைக்கு ஸ்கைஸோஜீனஸ் (Schizogenous) முறை என்று கூறப் படுகின்றது. கிராமினி (Gramineae) ஸிப்பிரேஸி (Cyperaceae) முதலியவைகளின் வேர்கள் வளர்ந்து முதிர்ச்சியடையுங்காலத்து, புறணியிலுள்ள சில செல்கள் சிதைவுற்று அழிவதனால் காற்று வெளிகளுண்டாகின்றன. இந்த முறையை லிஸிஜீனஸ் (Lysigenous) அல்லது ரெக்ஸிஜீனஸ் (Rhexigenous) முறை என்றழைக்கப் படுகின்றது. இந்த வகையில் எண்ணெய்க் குழிகள் (Oil cavities) ரூத்தேஸி (Rutaceae)யின், குறிப்பாக இலைகள், காய்கனிகனிகள் முதலியவைகளின் புறத்தோலுக்குக் கீழ் உண்டாகியிருப்பதைக் காணலாம் (படம் 8.6). இதுபோன்று ஸ்கைஸோஜீனஸ் முறையில் கோனிபர்கள் (conifers) என்றழைக்கப்படுகின்ற ஊசி இலை மர இனங்களின் (Needle bearing sps) ரெஸின் குழாய்கள் (resin canals) உண்டாக்கப்பட்டு ஒருவித நறுமணத்துடன் கூடிய ரெஸின் (resin) டர்பன்டைன் (turpentine) முதலான பொருள்களைப் பெற்றிருக்கின்றன (படம் 13.10).

இந்த இருவகைகளிலுண்டாகின்ற காற்று வெளிகள் சில வகை களில் வேறுபடுகின்றன. உதாரணமாக ஸ்கைஸோஜீனஸ் முறை களிலுண்டான காற்று வெளிகள் ஒரு ஒழுங்கான முறையில் அமைந் திருப்பதோடல்லாமல், அவைகளைச் சூழ்ந்திருக்கும் செல்களும் ஒரு சீரமைப்புடன் சூழ்ந்திருக்கின்றன (படம் 13.10). மேலும்

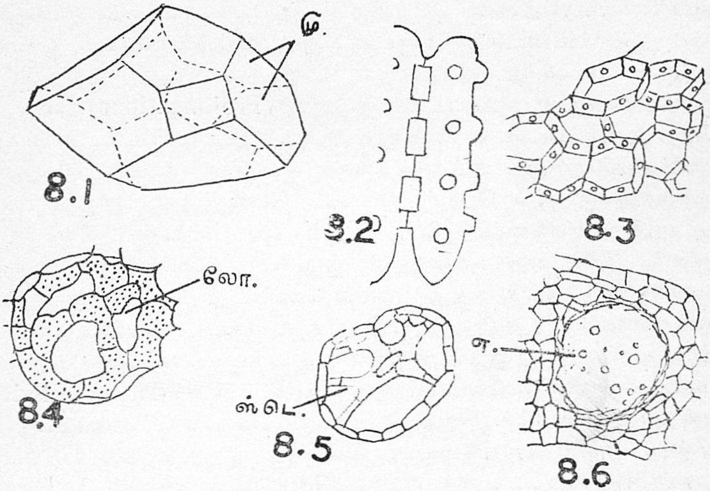
உறுப்புக்கள் வளர்கின்ற பொழுதே இவைகளும் கூடவே ஏற்படு கின்றதின் விளைவாக இவையிரண்டிற்குமிடையே ஒரு இணைந்த தொடர்பு ஏற்படும் சந்தர்ப்பம் உண்டாகின்றது. ஆனல் லிஸிஜீனஸ் அல்லது ரெக்ஸிஜீனஸ் முறையிலுண்டாகின்ற காற்று வெளிகளிலோ, உறுப்புக்களின் வளர்ச்சி முடிந்து முதிர்ச்சியடைந்து வருகின்றபொழுதோ அல்லது முற்றிலும் முதிர்ச்சியடைந்த பிறகோ ஏற்படுகின்றது. இதனல் சில வேளைகளில் அந்த இடங் களில் திசுக்கள் சிதைவுற்று அழிந்துபட்ட செல்லுறைகளின் எஞ்சிய துண்டுகள் அந்த காற்று வெளிகளைச் சுற்றி ஏதோ ஒரு முறையிலமைந்திருக்கின்ற நிலையில் காணமுடிகின்றது (படம் 8.6). ஆனல் சில வேளைகளில் இவ்வாறு காற்றுவெளிகள் உண்டான பிறகு, அவைகளெல்லாம் ஒரு ஒழுங்கான முறையில் அமைந் திருக்கக் கூடும்.

பொதுவாக, சதுப்பு நிலவாழ்த் தாவரங்களும் (marshy plants) நீர் வாழ்த்தாவரங்களும் (hydrophytes) மேற்கூறப்பட்ட வகை களிலுண்டான காற்று வெளிகளை சிறப்பான முறையில் பெற்றிருக் கின்றன. இவ்வாறு காற்று வெளிகளுடன் சம்பந்தப்பட்ட பாரங்கைமாவிற்கு ஏரங்கைமா (aerenchyma) என்று பெயர். இந்த காற்று வெளிகளின் முக்கியத்தைக் குறித்து பலவித கருத்து வேறுபாடுகளிருந்த போதிலும், அவைகள் நீர்வாழ்த் தாவரங் களுக்கு மிதக்கும் சக்தியையும், மூழ்கியிருப்பதற்கு வேண்டிய தன்மையையும் கொடுப்பதாகவும் வாயு பரிமாற்றத்தை ஏற் படுத்தக்கூடிய சூழ்நிலையையும் கொடுக்கின்றன.

செல்லுருவம் (Cell shape): பாரங்கைமா செல் ஒவ் வொன்றும் முப்பக்கப் போக்கில் (three dimension) பார்க்கும் பொழுது பலபக்கங்களை (polyhedral) அல்லது பல முகப்புகளை (facets) பெற்றிருக்கின்றது. இதைக் குறித்து செயற்கை முறை யில் உயிரற்ற மாதிரி வடிவங்களைக் கொண்டும் (non living system), சோப்பு நுரையை வைத்துக் கொண்டும் (froth or foam), சிறுஈயக் குண்டுகளை வைத்துக் கொண்டும், அதிக அளவில் ஆராய்ச்சி செய்து பார்த்ததின் பேரில் பாரங்கைமா செல் பல பக்கங்களைக் கொண்டது என்று எடுத்துக்காட்டியிருக்கின்றனர்கள். இதுபோன்று பாரங்கைமாத் திசுவை ஒவ்வொரு செல்லாக ஜெஃப்ரி பிரிவுபடுத் தும் திரவத்தை (Jeffrey's maceration reagent) உபயோகித்து பிரித்தெடுத்து, மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் கண்டறிந்தும், அதன் உண்மையான உருவத்தை பலமுகப்புக்கள் அல்லது பலபக்கங்களு டையது என்றும் அறிந்து கொள்ளமுடியும் (படம் ). ஒரு செடியில் பாரங்கைமா செல்கள் எல்லாம் ஒரேவிதமாக இருப்பதில்லை. இவைகள் அமைந்திருக்கின்ற உறுப்பு, உறுப்பின் பாகங்கள்

முதலியவைகளைப் பொருத்து மாறுபடுகின்றன. பாரங்கைமா ஸெல் அதிக வேறுபாட்டினை அடையாத நிலையிலிருக்கும் பொழுதும், மேற்குறிப்பிட்ட உயிரற்ற மாதிரி வடிவங்களைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட முடிவுகளின் அடிப்படையிலும், கணித சாஸ்திரத்தின்படியும் அதற்கு சராசரி 14 பக்கங்களிருக்கக் கூடும் என்று ஊகிக்கப்படுகின்றது. இப்படிப்பட்ட உருவத்தில் அறுகோண வடிவமுள்ள (hexagons) முகப்புக்கள் எட்டும், நான்கு சமபக்கங்களையுடைய அல்லது சதுரவடிவமுள்ள முகப்புக்கள் ஆறும் இருப்பதாக இந்த வடிவத்திற்கு ஆர்த்திக் டெட்ராக்கெய்டெக்கா ஹெட்ரான் (Orthic tetrakai dekahedron) என்று பெயரிட்டழைக் கப்படுகிறது. ஆனால் இயற்கையில் சாதாரணமாக பாரங்கைமா ஸெல் 14 பக்கங்களுக்குக் குறைவாகவும் அல்லது இந்த எண்ணிக் கைக்கு மேற்பட்டும் சில குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் ஏற்படுகின்றது. சாதாரண நிலையில் பாரங்கைமா ஸெல் சராசரி 12 முகப்புக்களைப் பெற்றிருக்கும் பொழுது, ஒவ்வொரு முகப்பும் ராம்பிக் (rhombic) வடிவத்துடன் காணப்படுகின்றது. இந்த வடிவிற்கு ராம்பிக்டோ டெக்கா ஹெட்ரான் (Rhombic dodeca hedron) என்று பெயர் (படம் 8.1). இந்த விதமாக பாரங்கைமா ஸெல்லின் முப்பக்க வடிவம் மாறுபடுவதற்கு முக்கிய காரணங்கள் சில உண்டு. உதாரணமாக பாரங்கைமா ஸெல்கள் காற்றுவெளிகளுடனே அல்லது ஸெல்லிடை வெளிகளுடனே சம்பந்தப்பட்டிருக்கும் பொழுது பொதுவாக அதனுடைய முகப்புக்கள் குறைவுற்ற எண்ணிக்கையைப் பெறுகின்றது. பக்கங்களின் எண்ணிக்கை எப்பொழுதும் எல்லா இனங்களிலும் ஒத்தாற்போலிருப்பதில்லை ஆதலால் அவைகளின் முகப்புக்களைக் கணக்கிட்டு சராசரி பார்த்து நிர்ணயிக்கவேண்டும்.

தோற்றம் (Origin) : பாரங்கைமாத் திசு பல வழிகளிலுண் டாகின்றது. வளர்ந்து வளர்கின்ற இளம்பகுதிகளில் அதாவது பிரைமரி உறுப்புக்களில், ஆதாரஆக்குத்திசு (ground meristem) வினால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது. ஆனால் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களிலிருக்கும் பாரங்கைமா, புரோக்கேம்பியம் (Pro cambium) என்ற ஆக்குத்திசுவினாலும், ஸெகண்டரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களி லிருக்கும் பாரங்கைமா கேம்பியம் எனப்படுகின்ற ஆக்குத்திசு வினாலும் முறையே உண்டாக்கப்படுகின்றன. செகண்டரிபுறணி (Secondary cortex) என்று சொல்லப்படுகின்ற பெல்லோடெர்மி லுள்ள (Phelloderm) பாரங்கைமா, ஃபெல்லோஜன் (Phellogen) என்கின்ற மற்றொரு வகையான ஸெகண்டரி ஆக்கத்திசுவினால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது.




படம் 8.1. அயிலாந்துஸ் கிலாண்டுலோஸா (Ailanthus glandulosa) ஒரு பாரங்கைமா ஸெல்லின் முப்பக்க வடிவம்.

படம் 8.2. ரெஸ்த்தியோனேஸி (Restionaceae) முளை பாரங்கைமா ஸெல்களின் பொதுப்படையான தோற்றம் ( X 136).

படம் 8.3. ஸ்குமானிலாந்துஸ் விர்க்காதுஸ் (Schumannianthus virgatus) சாய்வுற்ற பாரங்கைமாவின் குறுக்கு வெட்டு ( X 145).

படம் 8.4. ஃபுவுரினு வாலிக்கியானு (Fuirena wallchiana) காற்றுக் குழியின் லோப்டு பாரங்கைமா ( X 151)

படம் 8.5. ஃபுவுரினு உன்ஸினுதா (Fuirena uncinata) காற்றுக் குழியின் ஸ்டெல்லேட் பாரங்கைமா ( X 109).

படம் 8.6. ஸித்துருஸ் (Citrus) பழத்தோலின் குறுக்கு வெட்டு.

மு. முகப்புகள்; லோ. லோப்டு பாரங்கைமா; ஸ்.டெ. ஸ்டெல்லேட் பாரங்கைமா; எ. எண்ணெய்க் குழி

**ஸெல் வகைகள்** (Kinds or types of cells) : பாரங்கைமா ஸெல்கள் அவைகளின் உருவங்களைப் பொருத்து பலவகையான தாக இருக்கின்றன. பொதுவாக பாரங்கைமா ஸெல்கள் மேலே விவரிக்கப்பட்ட உருவத்தைப் பெற்றிருப்பதாகப் பார்த்தோம். ஆனுல் சில குறிப்பிட்ட இனங்களிலும், உறுப்புக்களின் வகையைப் பொருத்தும் அவைகள் வேறுபட்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

**நட்சத்திரப் பாரங்கைமா** (Stellate parenchyma) : இந்த வகைப் பாரங்கைமா ஸெல்கள் உங்குஸ் பேரினத்தின் (Juncus sp) தண்டு பாகத்தின் ஆதாரத்திசு (ground tissue)வில் காணப்படு கின்றது. இதனுடைய ஸெல்கள் பார்ப்பதற்கு ஒரு சிறப்பான

அழகான உருவத்தைப் பெற்றிருப்பதோடல்லாமல், அவைகளெல்லாம் ஸெல்லிடைவெளிகளுடன் அமைந்திருப்பதையும் பார்க்கலாம் (படம் 8.5). ஒவ்வொரு ஸெல்லும் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் பக்கவாட்டில் நீட்சிகள் (Prolongations) நீண்டிருக்கின்ற அமைப்புடன் காணப்படுகின்றது. இப்படிப்பட்ட ஸெல்களை பார்க்கும்பொழுது நட்சத்திரங்கள் போன்று காணப்படுவதால், இவைகளுக்கு இப் பெயர் சாலவும் பொருந்தும். இதுபோன்று நட்சத்திர பாரங்கைமா டைபா (Typha sp) பேரினச் செடிகளின் தண்டு, இலை உறுப்புக்களிலும் இதுபோல, ஸெல்கள் சிறியவைகளாக இருக்கும்பொழுது முகப்புக்களின் சராசரி எண்ணிக்கை குறைவாகவும் (அதாவது 14 பக்கங்களுக்கு), பெரியவைகளாக இருக்கும்பொழுது முகப்புக்களின் சராசரி எண்ணிக்கை, பதினறு முகப்புக்களுக்கு மேற்பட்டும் அதிகரிக்கின்றது. எலோடியா (Elodea) என்னும் நீர்வாழ்ச் செடியில் ஸெல் பிரிதல்கள் ஏற்படுவதற்கு முன்பு, அதன் பாரங்கைமா ஸெல்கள் ஏறக்குறைய பதினேழு முகப்புக்களையும், ஸெல் பிரிதல்களேற்பட்ட பிறகு தோன்றிய புதிய ஸெல்களின் முகப்புகளின் எண்ணிக்கை குறைந்து பதிமூன்ருகவும் ஏற்படுகின்றது. இவ்வாறு பாரங்கைமா ஸெல்லிற்கு முகப்புக்கள் ஏற்படுவதற்கு வேறு பல காரணங்களிருந்தாலும் மூன்று காரணங்களை இங்கு கூறலாம். ஒரு பாரங்கைமா ஸெல் தோன்றி, அதனைச் சுற்றிச் சூழ்ந்து பக்கத்திலிருக்கும் ஸெல்களுடன் தொடர்புற்று வேறுபாடடைந்து, வளர்ச்சியுறும்பொழுது அவைகளிடையே ஸெல்லிடை அமுக்கம் (intercellular pressure) ஓரளவிற்கு ஏற்படுகின்றது. இவ்வாறு ஏற்பட்ட பரஸ்பர அமுக்கத்திஞல் (mutual pressure), அமுக்கப்பட்ட பக்கங்களெல்லாம் தட்டையாகி முகப்புக்களுண்டாகின்றன. மற்ருெரு காரணம், பரப்பு ஈர்ப்பு (surface tension) வளர்ந்து வருகின்ற ஸெல் தொகுப்புக்களுக்கிடையே ஏற்பட்டு, அதனுல் முகப்புக்கள் ஏற்படும். கடைசியாக இந்த இருவகை ஸெல்லிடை சக்திகளும் (intercellular forces) வெவ்வேறு அளவில் ஒன்றுசேர்ந்து வளர்ந்து வருகின்ற பாரங்கைமா ஸெல்களுக்கு ஒரு தனிப்பட்ட வடிவத்தையும் ஏற்படுத்தலாம்.

ஒரு பாரங்கைமா ஸெல்லின் முப்பக்க போக்குவடிவத்தை பார்க்க வேண்டுமானுல், வளர்ந்து வருகின்ற உறுப்புக்களையோ அலலது சதைப்பற்றுள்ள உறுப்புக்களின் (succulent organs) பாகங்களையோ தீக்குச்சி அளவிற்கு எடுத்து அதை ஜெப்ரிஸ் முதல் திரவத்தில் 24 மணிநேரத்திற்கு ஊறவைக்கவேண்டும். இதனுல் திசுக்கள் பக்குவமடைந்து ஒரு ஸெல் மற்ருெரு ஸெல்லிருந்து பிரியக்கூடிய தன்மையை அடைகின்றது. இவ்வாறு செய்த பிறகு,

அதை தண்ணீரில் நன்ருகக் கழுவிஎடுக்க வேண்டும். கழுவி எடுக்கப்பட்ட பாகத்தை கண்ணாடித் துண்டின் (slide) மேல் வைத்துக்கொள்ளப்பட்ட ஒன்று அல்லது இருதுளி தண்ணீர் அல்லது கிளிசரினில் (glycerine) வைத்து ஊசியினுல் (needle) மெதுவாகத் தட்டினுல், செல்கள் எளிதில் பிரிந்துபடும். பிறகு இதற்கு ஒரு சொட்டு சாஃப்ரனின் (Safranin) அல்லது நியூட்ரல் ரெட் (Neutral red) என்னும்சாயத்தை (stain) சேர்ந்து மூடுதுண்டை (cover slip) பொருத்தி மைக்ராஸ்கோப்பினுதவியைக் கொண்டு பார்த்தால் பாரங்கைமா செல்கள் பல முகப்புக்கள் பெற்றிருப்பதைப்பார்க்கலாம். மேலும் ஸிப்பிரேஸியைச் (Cyperaceae) சேர்ந்த சிலவகை சிற்றினங்களின் இலை, தண்டு, பாகங்களிலும், இந்த வகை பாரங்கைமா ஓரளவிற்குக் காணப்படுகின்றது. குறிப்பாக சில வேளைகளில் இவைகள் பசுங்கணிகங்களைப் (Chloroplast) பெற்றிருக்கின்றன (படம் ). இதனுல் இவைகள் ஓரளவிற்கு ஒளிச்சேர்க்கையில் பங்கு கொள்கின்றதாகக் கருதப்படுகின்றது.

லோபட் பாரங்கைமா (Lobed parenchyma): இந்த வகைப் பாரங்கைமாவின் செல்களின் வரம்பு, ஓரளவிற்கு பிளவுகளுற்று காணப்படுகின்ற காரணத்தினுல், இவைகள் லோப்ட் பாரங்கைமா செல்லிடை வெளிகளுடன் அமைந்திருக்கின்றன. மேலும் இவைகள் ஸிப்பிரேஸின் (Cyperaceae), சிலவகை சிற்றினங்களின் இலை தண்டு பாகங்களில் காணப்படும் ஒவ்வொரு காற்று வெளியிலும் (air space) நிரம்பியிருக்கும். சிலவேளைகளில் இந்த செல்கள் பசுங்கணிகங்களைப் (Chloraplasts) பெற்றிருப்பதுண்டு. இதன் காரணமாக, இவைகள் ஒளிச்சேர்க்கையில் ஓரளவிற்கு பங்கு கொள்கின்றன. (படம் 8.4).

சாய்வு பாரங்கைமா (Oblique parenchyma): இந்த சாய்வு பாரங்கைமா மாரந்தேஸி (Marantaceae) குடும்பத்திலும் ஸ்குமான்னியாந்துஸ் விர்காத்துஸ் (Schumannianthus virgatus) என்னும் இனத்தின் இலைக்காம்பின் புறணி பாகத்திலும் காணப்படுகின்றது. இது தென்னிந்தியாவில், மேற்குமலைத் தொடரிலுள்ள காடுகளில் சாதாரணமாக காணப்படுவதும், மூங்கில் போன்ற தோற்றத்தை உடையதுமாகும். இதன் பாரங்கைமா செல்களை குறுக்குவாட்டில் வெட்டிப் பார்க்கும்பொழுது, அவைகளின் செல்லுறைகள் எப்பொழுதும் சாய்வுற்று காணப்படுகின்ற காரணத்தினுல் இவைகளுக்கு இப்பெயர் வந்தது. இந்த பாரங்கைமா மற்ற தாவர இனங்களில் காணப்படும் ஏனைய திசுக்களின் செல்லுறைகளின் அமைப்பைபோலல்லாமல், மேற்சொன்ன வகையில் முற்றிலும் மாறுபட்டு ஒரு விசித்திரமான தோற்றத்துடன் காணப்படுவதாகும் (படம் 8.3).

ஸ்பான்ஜி பாரங்கைமா (Spongy parenchyma): இந்த வகைப் பாரங்கைமா, குறிப்பாக, இலையினுட் பகுதியில் காணப்படுகின்றது. இதனுடைய செல்கள் பொதுவாக அதிக அளவில் செல்லிடை வெளிகளுடன் அமைந்திருப்பதோடு இவைகளை குறுக்கு வாட்டில் வெட்டிப் பார்க்கும்பொழுது பலவித நிரந்தரமற்ற உருவங்களுடன் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 16.6). இவைகளின் செல்களெல்லாம், அதிக அளவில் பசுங்கணிகங்களைப்பெற்று ஒளிச்சேர்க்கையில் பங்கெடுத்துக் கொள்கின்றன. இதைக் குறித்து விரிவாக பின்வரும் அத்தியாயத்தில் தெரிந்து கொள்ளலாம் (படம் 16.6).

பாலிஸேட் பாரங்கைமா (Palisade parenchyma): பாலிஸேட் பாரங்கைமா, சாதாரணமாக இலைகளின் மேல் பக்க புறத்தோலுக் குட்புறமாகவும், சிலவேளைகளில் இலைகளினிருபக்க புறத்தோல் களுக்கு உட்புறமாகவும் அமைந்திருப்பதுண்டு. இலைகளைக் குறுக்கு வாட்டில் வெட்டிப் பார்க்கும்பொழுது, இந்தத் திசுவின் செல்கள் சிறுகம்புத்துண்டுகள் போன்ற வடிவத்தைப் பெற்றிருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் ). அதாவது இலைகளின் மேல்பரப்புக்கு இணைப்போக்கில் (Paradermal sections) வெட்டிப் பார்க்கும் பொழுது, இவைகளின் உண்மையான உருவத்தைத் தெரிந்து கொள்ள முடியும் (படம் 16.6). இந்த நிலையில் பாலிஸேட் பாரங்கைமா செல்கள் பலவளைவுகளை உடைய பக்க உறைகளைப் (lateral walls) பெற்றும், செல்லிடை வெளிகளற்று மிகவும் நெருக்கமாகவும், ஒன்றுடனொன்று இணைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். மேலும் இந்த செல்கள் பசுங்கணிகங்களைக் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் பெற்றிருப்பதால் இத்திசு பசுமை நிறத்துடன் காணப் படுவதோடல்லாமல், இவைகள் இதன் காரணமாக ஒளிச்சேர்க்கை நிகழ்ச்சியில் மிக முக்கிய பங்கேற்று சிறப்பாக வேலை செய்கின்றது.

முளை குளோரங்கைமா (Pegged chlorenchyma): ரெஸ்தியோ னேஸி (Restionaceae) குடும்பத்தின் சில இனங்களில் இலைகளி லடங்கியிருக்கின்ற பாலிஸேட் பாரங்கைமா (palisade parenchyma) செல்கள் மெல்லிய செல்லுறைகளைப் பெற்றும் ஏறக்குறைய குழாய்போன்றதும், அதே சமயத்தில் முளைபோன்றதுமான தனிப்பட்ட சிறப்பான அமைப்புக்களை பக்க உறைகள் பெற்றிருக் கின்றன. இத்தன்மையையுடைய பாரங்கைமா செல்களுக்கு, முளை செல்கள் என்றும், மேற்கொண்டு இவைகள் பசுங்கணிகங் களைப் பெற்றிருப்பதனுல் இவைகளுக்கு முளைகுளோரங்கைமா (Pegged chloenchyma) செல்கள் என்று பெயர். இவைகள் சமீப காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒரு புதிய செல் வகையாகும்.

(படம் 8.2). மேலும், அடுத்தடுத்திருக்கின்ற செல்களின் முளைகள் (**Pegs**) ஒன்றுக்கொன்று எதிர்ப்பட்டு அல்லது எதிர் எதிராக இணைந்து அமைந்திருக்கின்றதைப் பார்க்கலாம். பக்க உறைகளில் காணப்படுகின்ற ஒவ்வொரு முளையின் நீளம், அகலத்தைவிட ஏறக் குறைய இருமடங்காக இருக்கின்றது.

# 9. கோலங்கைமா (Collenchyma)

இலக்கணமும், வரையறையும் (Delinition and delimitation) : கோலங்கைமா என்னும் திசு ஒரு தனிப்பட்ட அல்லது கலப்பற்ற (simple) உயிருள்ள திசுவாகும். இந்தத் திசுவின் ஸெல்கள் பொதுவாக, உயரப்போக்கில் நீண்டும், அகலத்தைப் பொருத்த மட்டில் உயரத்தை விட பன்மடங்கு குறைவாகவும் இருக்கின்றன. இதனுடைய ஸெல்கள் லிக்னினற்ற (non lignified) பிரைமரி செல்லுறைகளாலானது. இது பாரங்கைமா திசுவைப் போன்று ஒரே ஒரு வகையான ஸெல்களை பெற்றிருக்கக் கூடியதாகையால், கோலங்கைமாவும் ஒரு கலப்பற்ற திசுவாகும் (simple tissue). இதன் ஸெல்களின் அமைப்பு முறையைப் பொருத்தும், உறுப்புக்களில் அவைகள் அமைந்திருக்கின்ற முறையைப் பொருத்தும், ஆராயும்பொழுது, இந்தத் திசு, செடியின் பாகங்களுக்கு வெளிச் சக்திகளை தாங்கக்கூடிய அளவிற்கு வலிவைக் கொடுக்கின்றது என்ற உண்மையைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். இது ஒரு உயிருள்ள திசுவாகையால், இதன் ஸெல்கள் புரோட்டோபிளாஸத்தைப் (protoplasm) பெற்றிருப்பதோடல்லாமல், பசுங்கனிகங்களையும் (chloroplasts) பெற்றிருக்கின்றன. மேலும், கோலங்கைமா உயிருற்றிருக்கின்ற காரணத்தினால், இதுவும் பாரங்கைமா திசுவைப் போன்று தலை கீழ் மாற்றங்களையடைந்து (dedifferentiation) திரும்பவும் ஆக்குத்திசுவாக மாறக்கூடிய வல்லமை பெற்றுள்ளது. மேலே குறிப்பிட்டபடி உயிருற்ற நிலை, பசுங்கனிகங்களைப் பெற்றிருத்தல், ஆக்குத்திசுவாக மாறுதல் போன்ற இயல்புகளை இத்திசு பெற்றிருக்கின்ற அடிப்படையிலும், பாரங்கைமா திசுவின் இயல்புகளுடன் ஒத்திருக்கின்ற காரணத்தினாலும், கோலங்கைமாவிற்கும் பாரங்கைமாவிற்கும் ஒற்றுமை இருக்கின்றதாகத் தெரிகின்றது. மேலும் கூர்ந்து கவனிக்கும்பொழுது, கோலங்கைமாவும், பாரங்கைமாவும் அடுத்தடுத்து ஒரு உறுப்பிலமைந்து முறையே ஒன்று சேர்ந்திருக்கின்ற நிலையில், அவைகளுக்கிடையே பொதுவான இயல்புகள் காணப்படுகின்ற காரணத்தினால், ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றை எளிதில் பிரித்தறிவது கடின

மானதாகின்றது. இன்னும் பார்க்கப்போனால், கோலங்கைமாவின் செல்கள் பொதுவாக நீண்டிருப்பவைகளென்று கருதப்பட்ட போதிலும், இவைகள் சில வேளைகளில் குட்டையாகவும், இதுபோல, பாரங்கைமா செல்கள் குட்டையானவைகள் என்று கருதப்பட்ட போதிலும், அவைகள் சில வேளைகளில் முன்னதைப் போன்று நீண்டும் இருப்பதைப் பார்க்கலாம். கோலங்கைமா என்ற கலைச் சொல்லைப் பொருத்தும், பாரங்கைமாவிற்கும் கோலங்கைமா விற்கும் மற்றொரு வகையில் ஒற்றுமை இருப்பதாகத் தெரிய வரு கின்றது. கோலங்கைமா என்ற கலைச்சொல்லின் முற்பகுதியாக கொல்லா (colla) என்ற கிரேக்க மொழி சொல்லிற்கு பசை (glue) என்ற விளக்கம், அதன்செல்லுறைகளின் பளபளக்கும்தன்மையைப் பொருத்து ஏற்பட்ட அடைமொழியாகும். கோலங்கைமா என்ற கலைச்சொல் முதன்முதலாக ஸ்கிலெய்டன் (Schleiden) என்பவரால் 1839-ஆம் ஆண்டில், கள்ளிஇனச்செடியின் (Cacti) தடிப்புற்ற புறத் தோலடித்திசுவின் (hypodermis) தடிப்புறைகளைக் கொண்ட செல் களைக் குறிப்பதற்கு கையாளப்பட்டதாகும். இந்த கோலங்கைமா திசுவை இருவகைகளில் அறிந்து கொள்ள முடியும். ஒன்று, அதன் உருவ அமைப்பை (morphological) பொருத்து அறிந்து கொள்வது, இதன்மூலம், அதனுடைய செல்களின் அடுக்குகளில் தடிப்பு ஏற் பட்டிருக்கும் என்பதாகத் தெரிந்து கொள்ளலாம். மற்றொருவகை யானதுஅது செய்யும் செயலைப் (physiological) பொருத்ததாகும். இந்த அடிப்படையில் இதுஒரு வலிவைக் கொடுக்கக்கூடிய திசுஎன்று தெரிந்து கொள்ளலாம். மேலே விவரிக்கப்பட்ட உண்மைகளினடிப் படையில் ஒன்று சேர்த்து கோலங்கைமா என்னும் திசுவை விவரிக்க வேண்டுமானால், அதை வலிவைக் கொடுக்கக்கூடிய அளவிற்கு முன் னேற்ற மடைந்த, தடிப்புற்ற செல்லுறைகளைக் கொண்ட ஒரு வகை பாரங்கைமா திசு என்று கூறிவிட முடியும்.

**இருப்பிடம் (Location):** சாதாரணமாக, கோலங்கைமா திசு இளந்தண்டு, கிளை பாகங்களிலும், இலை, இலைக்காம்புகளிலும் காணப்படுகின்றது. மேலும், இந்தத் திசு, ஒரு விதையிலைப் பிரிவைச் சார்ந்த தாவர இனங்களில் பொதுவாக உண்டாவதில்லை. ஆனால், இந்தத் திசுவிற்குப் பதிலாக ஸ்கிலிரங்கைமா (sclerenchyma) என்று சொல்லப்படுகின்ற மற்றொரு வகையான, அதே சமயத்தில் கோலங்கைமா திசுவிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்ட திசு அமைந் திருப்பதைப் பார்க்கலாம். சுருங்கக் கூறின், கோலங்கைமா திசு, இரு விதையிலை தாவர இனங்களின் இளம் பாகங்களிலும், இது போன்று ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் இதற்குப் பதிலாக ஸ்கிலிரங்கைமாவும் காணப்படுகின்றன. குறிப்பாகக் கவனிக்கப் படவேண்டிய மற்றொரு உண்மை என்னவென்றால், கோலங்கைமா

அனேகமாக ஒருவிதையிலைத் தாவரஇனமாக இருந்தாலும் அல்லது இரு விதையிலைத் தாவரஇனமாக இருந்தாலும், அவைகளின் வேர்ப் பாகங்களில் காணப்படுவதில்லை. ஆனால், இந்த நிலைக்கு விதி விலக்காக, சில வேளைகளில், வேர்கள் செயற்கை வெளிச்சத்திற்குட் படுத்தப்பட்டு வளர வைக்கும்பொழுது, அப்பொழுது மாத்திரம், கோலங்கைமா திசு தோன்றுவதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. கோலங்கைமா திசுவைப் பெற்றிருக்கும் உறுப்புக்களுக்கு தக்க அளவில்வலிவை, இந்தத் திசு கொடுக்கிறது என்பதாக மேலேபார்த் தோம். மேலும், இதுவளருகின்ற உறுப்புக்களின் உட்பாகங்களிலும், ஆனால் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி (secondary growth) ஏற்படாத நிலையிலும், செடியின் உறுப்புக்களில் பிரைமரி வளர்ச்சி (primary growth) மட்டும் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கின்ற நிலையிலும், இளம் உறுப்புக்களின் பாகங்களிலும், பொதுவாகக் காணப்படும் என்ற அடிப்படையான உண்மை பல செடிகளை ஆராய்ந்து பார்ப்பதில் இருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம். இதிலிருந்து தெரிவது என்ன வென்றால், கோலங்கைமா என்னும் வலிவைக்கொடுக்கக்கூடிய திசு, செடிகளின் இளம் உறுப்புக்களிலும், பிரைமரி வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கின்ற பாகங்களில் மாத்திரம் அமைந்திருக்கின்றது என்ற உண்மை குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

மேலே கூறியபடி கோலங்கைமா திசு, இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின், இளம் உறுப்புக்களிலும், பிரைமரி வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கின்ற அல்லது ஏற்பட்ட பாகங்களில் மாத்திரம் உண்டாகும்பொழுது, அது அந்தந்த உறுப்புக்களின் உட்புறத்தின் சுற்றுப் பாகங்களில் (peripheral) குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு உண்டாகி இருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படங்கள் 9.1;9.2.9.4;9.9). இந்த வகையில், இது புறத்தோலுக்கு உட்புறமாகவோ, அல்லது புறத்தோலிலிருந்து சற்றுத்தள்ளி உட்புறமாகவோ, அல்லது, சில வேளைகளில், புறத்தோலுக்குப் பதிலாக இது தோன்றியோ காணப் படுகின்றது. இவ்வாறாக உறுப்புக்களின் பாகங்களைப் பொருத்து இவ் வேறுபாடுகள் காணப்படும்போது, அது மேலும் அந்தப் பாகங் களில் அமைந்திருக்கின்ற முறைகளைப் பொருத்தும், செடியினங்களைப் பொருத்தும் மாறுபடுகின்றது. அதாவது, கோலங்கைமா திசு ஒரு தொடர்ச்சியான திசுவாக அமைந்திருக்கலாம் (படம் 9.4) அல்லது, பிரிவுற்றும், தொடர்ச்சியற்றும், திசுத் தொகுப்புகளாகப் பிரிந்தும் காணப்படலாம் (படங்கள் 9.1;9.2;9.3;9.9). ஒரு உறுப்பின் பாகத்தில் பல திசு தொகுப்புகளாகக் காணப்படும்போது, அவை அந்த உறுப்பின் மேல்பாகத்தில் காணப்படுகின்ற வரம்புகளுக்கு (ribs) எதிரில் உட்புறமாக ஒரு குறிப்பிடத்தக்க முறையில் உண்டாகியிருக்கும் (படங்கள்9.1;9.2). செடியினங்களின் இலைகளைப்

பொருத்தமட்டில், இத்திசு நரம்புகளுக்கு ஒரு அல்லது இரு புறங்களிலும், இலைகளின் ஓரங்களிலும் (margins) உண்டாகிறது (படம் 9.9). கோலங்கைமா திசு ஒரு உறுப்பைப் பொருத்தமட்டில் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்போது, பல திசு துண்டுகளாப் பிரிவுற்று காணப்பட்டாலும், அல்லது ஒரு பட்டைபோன்று தொடர்ச்சியான திசு அடுக்காக இருந்தபோதிலும், அந்த உறுப்பில், அது உயரப் போக்கில் (vertical) ஒரு தொடர்ச்சியான உருளை போன்ற நிலையிலுண்டாகி இருக்கின்றது என்பது வெளிப்படையான உண்மையாகும்.

**செல்லுருவம் (Cell shape):** கோலங்கைமா செல்கள் நீளத்தைப் பொருந்த மட்டில், வெவ்வேறு அளவிலிருந்தபோதிலும் அவைகள் பொதுவாக குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு நீண்டிருக்கும். சில வேளைகளில், அவைகளின் நீளம் 2மி. மீ. வரை இருப்பதாகத் தெரிவிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இதுபோல் அதிக நீளத்தைப் பெற்றிருக்கின்ற நிலையில், அவைகள் பார்ப்பதற்கு நார்செல்களை (fibers) ஒத்திருக்கின்றன. சில உதாரணங்களில், குட்டையான கோலங்கைமா செல்களிலிருக்கும்போது அவைகள் பாரங்கைமா செல்களைப் போன்று சமபக்க உருவைப் (prismatic) பெற்றிருப்பதாகத் தெரிந்துகொண்டோம். இந்த நீள அளவைப் பொருத்தமட்டில் கோலங்கைமா செல்கள் எப்படியிருந்தபோதிலும், அவைகளெல்லாம் குறுக்குவெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, பலகோணங்களை உடைய வடிவத்துடன் காணப்படுகின்றன. மேலும் பார்க்கப் போனால், கோலங்கைமாவின் ஏதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட இழைக் கத்தைகளிலுள்ள (strands) செல்களை ஆராயும்போது, அவை, ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று அளவு, உருவம் முதலியவைகளைப் பொருத்து வேறுபட்டிருக்கலாம். இந்த வேறுபாட்டிற்குரிய காரணத்தைப் பின்வரும் பகுதியில் தெரிந்து கொள்வோம். கோலங்கைமா செல்கள் அனேகமாக, தடுப்புற்று (septate) பார்ப்பதற்குப் பல செல்களினால் ஆனது போன்று காணப்படும். உதாரணம்: ஹெராக்கிளியும் (Heracleum) என்ற பேரினத்தைக் கூறலாம். கோலங்கைமா செல்களின் நுனிப்பாகங்கள் சாய்வுற்றோ (oblique) அல்லது கூர்மையான பாகங்களைப் பெற்றோ இருக்கின்றன. மேலும், இந்தத் திசுவின் செல்கள் ஒன்றின்மேல் மற்றொன்று படிந்து (overlap) பின்னிக்கொண்டு (inter lock) இருப்பதையும் பார்க்கலாம்.

**செல்லுறை (Cell wall):** கோலங்கைமா செல்களின் இயல்புகள் எல்லாவற்றைக் காட்டிலும் அவைகளின் சிறப்பான இயல்பு செல்லுறைகளின் அமைப்பில் காணப்படுகின்றது. இந்தச் சிறப்பான இயல்பு ஏற்படுவதற்குக் காரணம், செல்லுறைகளின் பாகங்களில் சமமற்ற முறையில் ஏற்பட்டிருக்கும் தடிப்புத்தன்மை (thick-

ening) யாகும். செல்லுறைகளின் தடிப்புத்தன்மை இனத்திற்கு இனம் மாறுபடுவதுண்டு. செல்களைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும் பொழுது சில உதாரணங்களில் தடிப்புற்ற பாகங்கள் முடுக்குகள் அல்லது செல்கள் ஒன்று சேரும் பகுதிகளிலும் (படம் 9.6), வேறு சில உதாரணங்களில், ஒரு பக்க செல்லுறையில் மாத்திரம் (படம் 9.7), இன்னும் வேறு சில உதாரணங்களில், செல்லிடை வெளிகளை (intercellular spaces) நோக்கியும், அடுத்தும் உண்டாகி இருப்பதைத் தெளிவாகக் காணலாம். குறுக்கு வெட்டில் மேல் விவரிக்கப் பட்ட நிலையில் கோலங்கைமா செல்கள், உதாரணங்களைப் பொருத்து வேறுபட்டுக் காணப்பட்டபோதிலும், அவைகளை எல்லாம் உயரப்போக்கு வெட்டில் பார்க்கும்போது, செல்லு றைகள் சில பகுதிகளில் மெல்லியதாகவும், வேறு சில பகுதிகளில் தடிப்புற்றும் இருப்பதைக் கண்கூடாகப் பார்க்கலாம் (படம் 9.8). இந்த நிலைக்குக்காரணம், தடிப்புற்ற பகுதிகள் வெட்டப்படும் போக்கைப் பொருத்து வெவ்வேறு இடங்களில் காணப்படுவதாகும். செல்களின் கூரிய நுனிப்பாகங்களில் செல்லுறைப் பொருள்கள் சேருவதின் காரணமாக, திடமாக (solid) காணப்படுகின்றது. செல்லுறைகள் மெல்லியதாகவோ அல்லது தடிப்புற்றோ இருந் தாலும், அவைகள் பிரைமரி குழிப்பகுதிகளைப் (primary pit fields) பெற்று இருக்கின்றன.

வேதியியல் முறைப்படி, கோலங்கைமா செல்கள் பிரைமரி செல்லுறைகளைப் (primary walls) பெற்றிருக்கின்றன என்று தெரிந்து கொண்டோம். இந்த பிரைமரி செல்லுறைகள் செல்லு லோஸ் (cellulose), பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்கள் (Pectic compounds), நீர் (water) முதலியவைகளினுலானது. உலராத நிலையில் உள்ள செல்களிலெல்லாம் 60 சதவிகிதத்திற்கு நீர் அடங்கியிருப்பதாகவும், உலர்ந்த நிலையில் அவைகளில் 200 சதவிகிதம் நீர் அடங்கியிருப்பதாகவும் தெரிகின்றது. இந்த வகை யில் நீர் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு செல்லுறைகளில் காணப் பட்டாலும், செல்லுறைகளைச் சூடு படுத்திய பிறகு அவைகளின் நீர் உறிஞ்சும் (absorption) சக்தி அழிந்து படுகின்றது. மேலும், நீரை உலரவைக்கும் பொருள்களான சாராயம் போன்ற பொருள் களை உபயோகப்படுத்தும்போது, செல்லுறைகள் நீரை இழப்பதன் மூலம் பெருமளவிற்கு சுருங்கியும் விடுகின்ற தன்மையைக் கண் கூடாகப் பார்க்கலாம். இந்தச் சுருங்கும் தன்மை செல்களின் உயரப் போக்கில் ஏற்படுவதைவிட, ஆரப்போக்கில் அதிகமாக ஏற்படுகின்றது. இந்தக் குறிப்புகளிலிருந்து கோலங்கைமாவின் செல்லுறைகளின் அமைப்பில், நீர் ஒரு பெரும் பங்கை வகிக் கின்றது என்பது மிகத் தெளிவாகத் தெரிகின்றது. கடந்த சில ஆண்டுகளாக ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பின் மூலமும் (light micros

cope), எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் (electron microscope) மூலமாகவும் நடத்தப்பட்டு வருகின்ற ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து, ஸெல்லுலோஸ், பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்கள், கோலங்கைமா செல்லுறைகளில் எவ்வாறு அமைந்திருக்கின்றன என்ற நிலை நன்ருக விளக்கிக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, சில இனங்களில், ஸெல்லுறைகளில் பல அடுக்குகள் (layers) இருப்பதாகவும், அந்த அடுக்குகளில் சில ஸெல்லுலோஸ் நிரம்பி, பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்கள் குறைந்தும், வேறு சில அடுக்குகளில் பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்கள் அதிகமாகவும், ஸெல்லுலோஸ் குறைவுற்று இருப்பதாகவும் காட்டியிருக்கின்ருர்கள். மேலும், இத்தன்மையுடைய அடுக்குகள் ஸெல்லுறைகளில் அமைந்திருக்கும் போது, ஸெல்லுலோஸ் நிரம்பி, பெக்டிக் கூட்டுப்பொருள் குறைந்திருக்கும் ஒரு அடுக்கு, ஸெல்லுலோஸ் குறைந்து பெக்டிக் கூட்டுப்பொருள்கள் கூடுதலாக இருக்கும் அடுக்குடன் மாறி மாறி அமைந்திருப்பதாகவும் கண்டு பிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

நுண்ணமைப்பு (Ultrastructure): சிலரி (Celery) என்னும் செடியின் இலைக் காம்பிலுள்ள கோலங்கைமா ஸெல்களை எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியைக் கொண்டு ஆராய்ந்து பார்த்ததில், ஸெல்லுலோஸைப் பெற்றுள்ள அடுக்குகளில் மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் (microfibrils) உயரப்போக்கில் அமைந்து, ஸெல்லுலோஸ் அல்லாத பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்களாலான அடுக்குகளுடன் மாறி மாறி அமைந்திருப்பதாகவும் காட்டியிருக் கின்ருர்கள். இந்த முடிவுகளை, ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பினுல் கிடைக்கப்பெற்ற முடிவுகளுடன் ஒப்பிட்டு சீர்தூக்கிப் பார்க்கும் போது, அவைகள் முறையே ஒத்திருப்பதோடு மட்டுமல்லாமல், மேலே குறிப்பிட்டபடி வேதியியல் அடிப்படையில் கண்டு பிடிக்கப் பட்ட ஸெல்லுறைகளின் அமைப்பு முறையைக் குறித்த உண்மை மேலும் வலிவுறுத்தப்பட்டு நிலை நாட்டப்பட்டிருக்கின்றது. மேலும், இந்த இரு வகைகளில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட உண்மைகள் போல ரைஸ்ட் மைக்ராஸ்கோப்பின் (polarized microscope) உதவியைக் கொண்டு பார்த்தால், தடிப்பிலுள்ள ஸெல்லுலோஸ் அடுக்குகள் குறுக்காகவும் (transverse), நெடுக்காகவும் (longitudinal) அமைந் துள்ள நுண் அடுக்குகளை (lamellations) பெற்றிருப்பதாகத் தெரி கின்றது. இவ்வாருன அமைப்பைப் பெற்றுள்ள தடிப்புத்தன்மை சில சந்தர்ப்பங்களில் பாதிக்கப்பட்டு மாறுபடுவதாகக் காட்டப் பட்டிருக்கின்றது. உதாரணமாக, வளர்கின்ற உறுப்புக்களிலுள்ள கோலங்கைமா காற்றசைவிற்கு உட்படுத்தப்படும்போது, ஸெல் லுறைகளின் தடிப்புத் தன்மை, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை மீறி அதிகரிக்கின்றது. ஆனுல் அதே சமயத்தில், ஸெல்களின் நீளுந்

தன்மை குறைவுறுவதற்கான சந்தர்ப்பமும் கிடைக்கின்றது. மேலும், செல்லுறை தடிப்பு முற்றிலும் அகற்றவும் படலாம். எடுத்துக்காட்டாக, கோலங்கைமா திசு மாற்றமடைந்து ஃபெல்லோஜன் என்ற ஆக்குத்திசு தோன்றும் போதும், கோலங்கைமா திசு பெற்றுள்ள உறுப்புக்களுக்குக் காயம் அல்லது பழுது ஏற்படுங் காலத்தும், இத்திசுவினுடைய தடிப்புத்தன்மை அகற்றப்படுகின்றது. ஒரு செடியை இருளில் வளரச் செய்யும்போது, அதனுடைய உறுப்புக்கள் அளவிற்கு மேல் நீண்டு பசுமை நிறத்தை (green colour) இழந்து, ஈட்டியோலேஷன் (etiolation) என்ற நிலையை அடைகின்றது. இப்படி பாதிக்கப்பட்ட நிலையிலுள்ள செடியின் உறுப்புக்களின் கோலங்கைமா செல்கள் தடிப்புத் தன்மைக்கான செல்லுறைப் பொருள்களை இழந்து, சாதாரண பாரங்கைமா திசுவைப்போல் மாற்றமடைந்து தோற்றமளிக்கின்றன.

கோலங்கைமா செல்லுறைகள், டிலியா (Tilia), ஆஸர் (Acer), ஈஸ்குலூஸ் (Aesculus) போன்ற தாவர இனங்களின் முதிர்ச்சியுற்ற உறுப்புக்களில், கோலங்கைமாவின் செல்லுறைகள் மாறுதல்களடைந்து மெலிவுறுகின்றன. இந்தத் தடிப்புத் தன்மையின் குறைப்பு, தடிப்புறச் செய்யும் பொருள்கள் அகற்றப்படுதலினாலும், அல்லது, செல்லுறைகள் விரிவடைதலினாலும், அல்லது நீர் இழத்தலினாலும் ஏற்படலாம். சில வேளைகளில், செல்லுறைகள் லிக்னினாலான செகண்டரி செல்லுறைகளைப் பெற்று ஸ்கிலரங்கைமா (sclerenchyma) என்று சொல்லப்படுகின்ற மற்றொரு திசுவாக மாறிவிடக் கூடும்.

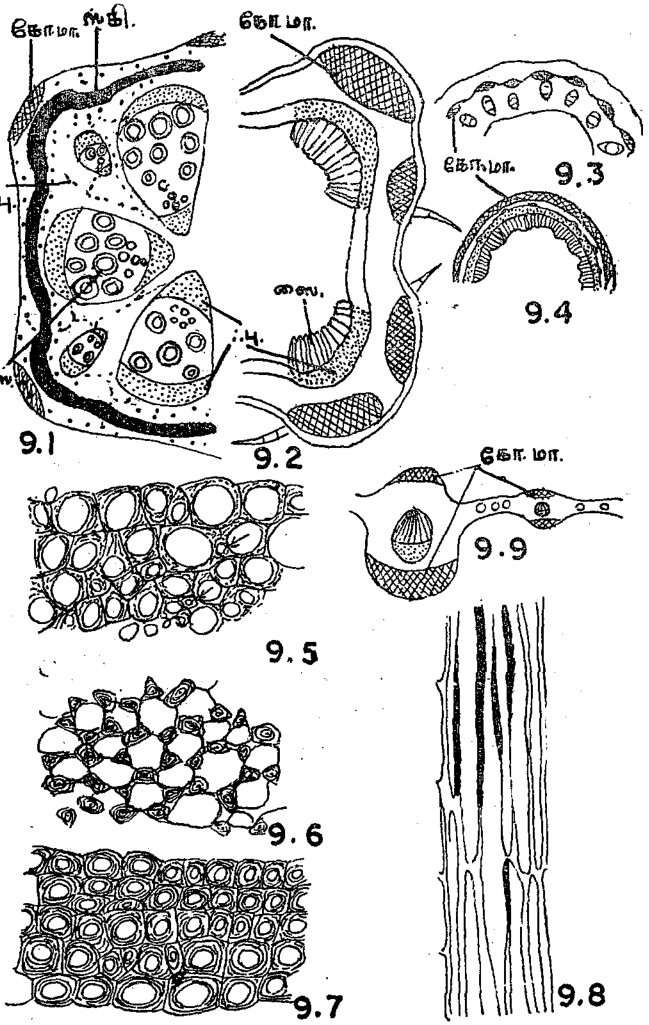
கோலங்கைமா செல்லுறையின் சிறப்பான இயல்பு என்னவென்றால், அதன் செல்களில் நீளும் நிகழ்ச்சி (elongation phenomenon) ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்போது, அதையொட்டி தொடர்ந்தாற்போல் செல்லுறைகளின் தடிப்புத் தன்மையும், பரப்பும் அதிகரித்துக் கொண்டு வருவதாகும். இந்த நிலையில், அதாவது, செல்கள் வளர்ந்து கொண்டு வரும்பொழுது ஏற்படுகின்ற செல்லுறைகளையெல்லாம் பிரைமரி செல்லுறைகள் என்று ஒத்துக்கொள்ளப்பட்ட கொள்கையின் அடிப்படையில், கோலங்கைமா செல்களும் மேலே கூறப்பட்ட வகைகளில் ஏற்படுகின்ற காரணத்தினால், இவைகளின் செல்லுறைகளையும் (தடிப்புத்தன்மை அதிகமாக ஏற்பட்ட போதிலும்) பிரைமரி செல்லுறைகள் என்று கூறுவது மிகவும் பொருத்தமாகும். இதனால், கோலங்கைமாவின் செல்லுறைகளை பிரைமரி செல்லுறைகள் என்று கூறுகிறார்கள். இந்த உண்மை, எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியைக்

கொண்டு சமீபகாலத்தில் மேலும் உறுதிப்படுத்தப்பட்டு இருக்கின்றது.

**கோலங்கைமாவின் வகைகள்** (Collenchyma types): முல்லர் (Muller, 1890) ஏறக்குறைய நானூறுக்கு மேலான இனங்களின் இலைக்காம்புகளிலுள்ள கோலங்கைமா திசுவைக் குறித்து ஆராய்ந்த பிறகு, தாவர இனங்களில் பல வகையான கோலங்கைமா திசுக்கள் இருப்பதாகக் கண்டறிந்தார். செல்லுறைகளின் தடிப்புகள் அமைந்திருக்கின்ற முறையையும், அந்த தடிப்புகள் செல்லிடை வெளிகளுடன் கொண்டுள்ள தொடர்பையும் அடிப்படையாக வைத்துக்கொண்டு, அவர் கோலங்கைமா திசுக்களில் ஏறக்குறைய ஏழு வகைகள் இருப்பதாகத் தெரிவித்தார். ஆனால், இந்தக் கண்டு பிடிப்பிற்குப் பிற்பட்ட ஆராய்ச்சியாளர்களின் முடிவுகளின்படி, இந்த ஏழு வகையான கோலங்கைமா திசுக்களையும் ஒரு வகையிலிருந்து மற்றொரு வகையை எளிதில் வேறுபடுத்தறிய முடியாதென்றும், ஒரே வகை கோலங்கைமா திசுவிலுள்ள ஆரப் பக்க செல்லுறைகளைத் தொடர்ந்து காணும்போது அவைகளுக்கிடையே பலவகையான இடைப்பட்ட நிலைகளும், இயல்புகளும் காணப்படுகின்ற காரணத்தினாலும், ஏழு வகைத் திசுக்களுக்குப் பதிலாக, முக்கியமானதும், சாதாரணமாகக் காணப்படுவதுமான மூன்று வகைத்திசுக்கள் மாத்திரம் இருப்பதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. அவைகளாவன:

**கோணக் கோலங்கைமா** (Angular collenchyma): இந்த வகைக் கோலங்கைமா முல்லரின் (Muller) கலைச்சொல்லின்படி "எக்கன் கோலங்கைம்" (eckencollenchym) என்று கூறப்படுகின்றது. இதன் செல்லினுறைகளில் காணப்படும் தடிப்புகள், பட்டை போன்று உயரப்போக்கிலும், செல்கள் ஒன்றுடன் மற்றொன்று கூடும் சந்திகளிலும், அதாவது முடுக்குகளிலும் (corners) காணப்படுகின்றன. இதன் காரணமாக, செல்லிடை வெளிகள் குறைக்கப் பட்டு சிறியதாகவோ அல்லது இடைவெளிகள் அற்றே போய் விடுகின்றன (படம் 9.6). இந்த வகைக் கோலங்கைமா திசு மிகவும் சர்வ சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்ற ஒரு முக்கியமான திசுவாகும். உதாரணம்: லோலானும் லிக்கோபர்ஸிக்கும் (Solanum lycopersicum) என்ற சிற்றினத்திலும், டத்தூரா (Datura) அப்பியும் (Apium) போன்ற பேரினங்களிலும் காணலாம் (படம் 9.6).

**இடைவெளிக் கோலங்கைமா** (Lacunate collenchyma): இது முல்லரின் கலைச்சொல்லின்படி "லூக்கன் கோலங்கைம்" (lucken-collenchym) என்றும் அழைக்கப்படுவதுண்டு. இது மற்ற கோலங்கைமா திசுவகைகளிலிருந்து மாறுபட்ட இயல்புகளைக் கொண்டிருக்கின்றது. இவைகளின் செல்லுறை தடிப்புகள் காற்று இடை




படம் 9.1. குக்குர்பித்தா (Cucurbita) தண்டு குறுக்கு வெட்டு.
படம் 9.2. லியூகஸ் (Leucas) தண்டு குறுக்கு வெட்டு ( X 33).
படம் 9.3. குக்குர்பித்தா (Cucurbita) இலைக் காம்பு குறுக்கு வெட்டு( X 6).
படம் 9.4. ஸாம்புக்குஸ் (Sambucus) தண்டு குறுக்கு வெட்டு.
படம் 9.5. லாக்துகா (Lactuca) தண்டு இடைவெளிக் கோலங்கைமா. அதிக அளவு தடிப்புத்தன்மையை குறியிட்ட இடத்தில் பார்க்கவும் ( X 213).
படம் 9.6. குக்குர்பித்தா (Cucurbita) தண்டு குறுக்கு வெட்டு. கோணக் கோலங்கைமா ( X 213).

படம் 9.7. ஸாம்புக்குஸ் (Sambucus) தண்டு குறுக்கு வெட்டு. தட்டுக்கோலங்கைமா ( X 213).

படம் 9.8. வித்திஸ் (Vitis) தண்டின் கோலங்கைமா நீள் வெட்டுத் தோற்றத்தில், ஸெல்லுறையின் சமமற்ற தடிப்புத் தன்மையைக் காணவும் (X 190).

படம் 9.9. குக்குர்பித்தா (Cucurbita) இலை குறுக்கு வெட்டு.

கோ.மா. கோலங்கைமா; ஸ்கி. ஸ்கிலரங்கைமா; ஸை. ஸைலம்; இஃபு. இடைப்பட்ட ஃபுளோயம்; ஃபு. உள், வெளி ஃபுளோயம்.

வெளிகளை நோக்கி அல்லது சூழ்ந்திருக்கும் ஸெல்கூட்டுகளின் ஸெல்லுறைப் பகுதிகளில் மாத்திரம் உண்டாகி இருக்கின்றது. முல்லர் (Muller) எடுத்துக் காட்டியிருப்பதுபோல, இந்தத் திசுக்களைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்போது பாரங்கைமா திசுக்களினிடையே அமைந்துள்ள தடிப்புற்ற ஸெல்கள் பரவியிருப்பது போன்ற ஒரு பொய் நிலையை நினைவுபடுத்துவதாக அமைந்திருக்கின்றது (படம் 9.5). உதாரணம்: கோம்போஸித்தி (Compositae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பல சிற்றினங்களின் உறுப்புக்களில் பார்க்க முடியும் (படம் 9.5).

தட்டு கோலங்கைமா (Plate collenchyma): இதை முல்லரின் அகராதிப்படி "பிளேட்டன் கோலங்கைம்" (Plattencollenchym) என்றும் கூறலாம். இந்த வகை திசுவின் ஸெல்கள் நெருக்கமாக அமைந்திருப்பதோடல்லாமல், அவைகளின் பரிதிக்கு இணைப் போக்கு ஸெல்லுறைப் பாகத்தில் மாத்திரம் தடிப்புகள் தட்டுகள் போன்றோ அல்லது பட்டையாகவோ அமைந்திருக்கின்றன (படம் 9.7). உதாரணங்கள்: அஸ்திராந்த்யா (Astrantia) யூப்பதோரியும் (Eupatorium) முதலியன.

## 10. ஸ்கிலரங்கைமா (Sclerenchyma)

இலக்கணமும், வரையறையும் (Definition and delimitation); லிக்னின் என்ற இரசாயனப் பொருள் கலந்த தடிப்பான செகண்டரி செல்லுறைகளையும், (secondary cell walls) வலிவைக் கொடுக்கக்கூடிய தன்மையையும், பொது இயல்பாக ஒருங்கே பெற்றுள்ள செல்களின் தொகுப்பு, ஸ்கிலரங்கைமா என்று பொதுவாக அழைக்கப்பட்டு வருகின்றது. இந்தத் திசுவிலுள்ள செல் ஒவ்வொன்றும் ஸ்கிலரங்கைமா செல் என கூறப்படுகின்றது. இயற்கையில், பல்வேறு சக்திகளினால், உதாரணமாக பளு, அழுக்கம், இழுவை, வளைவுறச்செய்தல் முதலியவைகளினால் ஏற்படுகின்ற விளைவுகளை எதிர்த்துத் தாங்கக் கூடிய அளவிற்கு தாவர இனங்களின் பல்வேறு உறுப்புக்களில் இந்தத் திசு அமைந்து வலிவைக் கொடுக்கின்றது.

ஸ்கிலரங்கைமா செல்கள் இரு வகையாக பிரித்துக் கூறப்படுகின்றன. ஒரு வகை நார் செல்கள் (fibers) என்றும், மற்றொரு வகை தடிப்புற்ற செல்கள் (sclereids) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக, செல்கள் உயரப் போக்கில் நீண்டு அதாவது அகலத்தைவிட பன்மடங்கு நீளத்தைப் பெற்று நெட்டையாகவும், முற்பகுதியில் கூறப்பட்ட பொது இயல்புகளையும் பெற்றுள்ள செல்கள் நார் செல்கள் எனவும், இதற்கு மாறாக நீளத்தைவிட அகலத்தைப் பன்மடங்காகப் பெற்று குட்டையாகவும், அதே பொது இயல்புகளையும் பெற்றுள்ள செல்கள் தடிப்புற்ற செல்கள் (sclereids) எனவும் கூறப்படுகின்றன. இந்த இலக்கணத்தின்படி, நார் செல்களையும், தடிப்புற்ற செல்களையும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றை பிரித்தறிய முடியும் என்று காணப்பட்டாலும், நடைமுறையில் பார்க்கும்பொழுது இந்த வகை பாகுபாட்டில் சிக்கலும், குழப்பமும் நிறைந்திருப்பதாக தெரிந்துகொள்ளலாம். ஏனென்றால், செல் வகைகளின் நீளம், அகலம் விகிதத்தினடிப்படையில் ஆராயும்பொழுது, பல இடைப்பட்ட நிலைகளில் அவைகள் காணப்படுவதுண்டு. அதாவது, தடிப்புற்ற செல்கள்

வெவ்வேறு அளவிற்கு நீண்டு நெட்டையாகவும், அதுபோல நார் செல்கள் குறைந்து குட்டையாகவும் இருப்பதைப் பார்க்க முடிகிறது. இவ்வாறாக, மேலே கூறப்பட்ட நீளம் அகலம் விகிதத்தினடிப்படையில் இடைப்பட்ட நிலைகளில் செல் வகைகள் காணப்படும்பொழுது, அவைகளை உண்மையான நார் செல்கள் என்றோ அல்லது தடிப்புற்ற செல்கள் என்றோ திட்டவட்டமாக கூற முடிவதில்லை. இந்த வகையிலேற்படுகின்ற சிக்கலைத் தவிர்க்க வேண்டிய நோக்கத்துடன் வேறு இருவகை அடிப்படையான இயல்புகள் கையாளப்படுகின்றன. உதாரணமாக, அவை அவைகளின் செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற குழிகளின் எண்ணிக்கையினடிப்படையிலும், அவை அவைகளைத் தோற்றுவிக்கின்ற மூலங்களின் (sources) வகைகளைப் பொருத்தும் பாகுபாடு செய்ய முடியும் என்ற கருத்துக்களின்படி பார்த்தாலும் இந்த இயல்புகளைப் பொருத்து மீண்டும் இடைப்பட்ட நிலைகளில் செல் வகைகள் காணப்படுகின்றன. ஆதலால், எந்த ஒரு வகை அடிப்படையின் மூலம் இந்த செல் வகைகளைப் பிரித்தாலும். அந்த முயற்சியினிறுதியில், ஐயப்பாடும், ஏமாற்றமும் ஏற்படுகின்றன என்பது மட்டுமல்லாமல், அது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்குத்தான் பயனளிக்கக்கூடும் என்கின்ற உண்மையும் தெரிய வருகின்றன. இதிலிருந்து தெரிவது என்னவென்றால், நார் செல்களையும், தடிப்புற்ற செல்களையும் வேறுபடுத்தி பார்ப்பதற்கு ஏதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட இயல்பு மட்டும் பயனளிக்காது என்றும், ஒரு சில இயல்புகளை ஒன்று சேர்த்துத்தான் பாகுபடுத்தமுடியும் என்ற உண்மையான நிலையும் தெளிவாகின்றது. ஆதலால், இவைகளைக் குறித்து மேலே கூறப்பட்ட அடிப்படையான இயல்புகளை எல்லாம் ஒன்று சேர்த்து பொதுப்படையாகவும், பெருங்கண்ணோட்டத்துடனும் இலக்கணம் கூறி வரையறுக்கின்ற முறையே சாலச்சிறந்ததும், நடைமுறைக்குகந்ததுமாகும். இந்த வகையில்; நார் செல்கள் என்பவைகள் அகலத்தைவிட நீளத்தை அதிகமாகப் பெற்றும், பக்க உறைகளில் (lateral walls) அதிக அளவில் குழிகளைப் பெற்றும், உயரப் போக்கிலமைந்திருக்கின்ற ஆக்குத்திசுவிலிருந்து தோன்றுபவைகள் என்றும் கொள்ளல் வேண்டும். இதுபோல. தடிப்புற்ற செல்கள் என்பவைகள் நீளத்தைவிட அகலம் அதிகமாகப் பெற்றும், பக்க உறைகளில் குறைந்த அளவில் குழிகளைப் (pits) பெற்றும், ஏற்கனவே உண்டாகியிருக்கின்ற பாரங்கைமா செல்கள் செகண்டரி தடிப்புறுவதின் மூலமும் (secondary sclerosis) அல்லது தனிப்பட்ட தோற்றுவிகளிலிருந்து (initials) உண்டாகக் கூடியவைகள் என்றும் கொள்ளல் வேண்டும். இவ்வாறாக வரையறுக்கப்பட்ட போதிலும், சில வேளைகளில் மேலே கூறப்பட்ட ஏதாவதொரு இயல்பைப் பொருத்து, செல்கள்

இடைப்பட்ட நிலையில் காணப்படும்பொழுது அப்படிப்பட்டவை களை நார் - தடிப்புற்ற செல்கள் (fiber - sclereids) என்று பிரித்து மேலும் குழப்பத்தைத் தவிர்த்துக் கொள்ள முடியும்.

**வரலாறு :** ஸ்கிலரங்கைமா என்ற சொல்லை முதன் முதலாக மெட்டினியஸ் (Mettenius) என்பவர் 1865 ஆம் ஆண்டு நடை முறைக்குக் கொண்டு வந்தார். இந்தச் சொல் கிரேக்க மொழியி லிருந்து வந்ததாகும். இவர் இந்தச் சொல்லின் இலக்கணத்தின்படி யும், சொந்தக் கோட்பாட்டின் அடிப்படையிலும் தடிப்புற்ற பாரங்கைமா போன்ற குட்டையான செல்களையும், உயரப் போக்கில் நீண்டிருக்கின்ற செல் வகைகளையும் குறிப்பதற்கு பயன் படுத்தியதாக தெரிகிறது. ஆனல், அதே வேளையில் ஃபுளோயத்தி லிருக்கின்ற இந்த வகை செல்களை ஸ்கிலரங்கைமா என்ற திசுவில் சேர்க்கவில்லை. நாளடைவில், இந்த சொல்லை இவருக்கு பின் வந்த வர்கள் வெவ்வேறு சந்தர்ப்பங்களில் பயன்படுத்திக் கொண்டு வந்திருக்கின்றார்கள். இந்த மொழியில் 'ஸ்கிலரஸ்' (Sclerous) என்றால் கடினத்தன்மையும், 'என்கைமா' (Enchyma) என்றால் சாற்றையும் குறிப்பதால் இந்தச் சொல் மிகவும் பொருத்தமாக செல்களின் கடினத்தன்மையை வெளிப்படுத்துவதாய் அமைந் துள்ளது. இவருக்குப் பின் தோன்றியவர்களில் ஸ்கிர்க் (Tschirch 1885, 1899) என்பவர் குட்டையாக அல்லது நீண்டிருக்காத தடிப் புற்ற செல்களுக்கு (Sclereids) தடிப்புற்ற செல்கள், எனப் பெயரிட்டு முதன் முதலாக வழங்கலானார். மேற்கூறப்பட்ட வரையறைகளினடிப்படையில், இத்திசுவைப் பற்றி தெரிந்து கொள்வோம்.

**தடிப்புற்ற செல்கள் (Sclereids) :** தடிப்புற்ற செல்கள் பெரும் பாலும் இரு விதையிலை, ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களிலும் ஜிம் னேஸ்பர்ம்கள் (Gymnosperms) என்கின்ற தாவரப் பிரிவின் இனங் களின் உறுப்புக்களில் வெவ்வேறு அமைவையும் (arrangement) இயல்புகளையும், அளவையும் கொண்டு காணப்படுகின்றன. இளந் தண்டுகளைப் பொருத்தவரை பொதுவாக, அவைகளின் புறணி (cortex), பித் (pith) முதலிய பாகங்களிலும், சில வேளைகளில் வாஸ் குலார்த் தொகுப்புகளுக்கு (vascular bundles) இடைப்பட்ட பகுதி களிலும் காணப்படுகின்றன. இந்தத் தடிப்புற்ற செல்கள் வெப்ப மண்டலத்தில் (tropics) பரவியிருக்கின்ற தாவர இனங்களிலெல் லாம் பொதுவாக காணப்படுகின்றன. மேலும், ஓரினத்தைப் பொருத்தமட்டில் இத்தடிப்புற்ற செல்கள் அதன் எல்லா உறுப்புக் களிலும் இருக்கும் என்று எதிர்பார்க்க முடியாது. இலைகளை பொருத்தவரை, இந்த செல்கள் மீசோஃபில் (mesophyll) என்ற

பகுதியில் ஒழுங்கான அல்லது ஒழுங்கற்ற முறையில் பரவியிருக்கும். இலை நரம்புகளின் நுனிப் பாகங்களில் இவைகள் தனித்தோ, அல்லது சிறு தொகுப்பாகவோ வெவ்வேறு வடிவத்தில் இணைந்து காணப்படும். பின்வகையைச் சேர்ந்த செல்கள் தடிப்புற்ற நுனி செல்கள் (terminal sclereids) என்றழைக்கப்படுகின்றன (படம் 10.6). பழங்களில் தடிப்புற்ற செல்கள் சதையுள்ள பாகங்களில் தனிப்பட்டோ, சிறு சிறு கூட்டங்களாகவோ அல்லது தொடர்ச்சியான அடுக்காகவோ காணப்படுகின்றன (படம் 4.3). இதுபோல், விதைகளின் மேற்புறத்தோலில் (testa) இவைகள் ஒரு தொடர்ச்சியான அடுக்காக அமைந்துள்ளன (படம் 10.2). இவ்வகை செல்கள், தாம் அமைந்துள்ள உறுப்புக்களுக்கு தகுந்த அளவு பாதுகாப்பையும், வலிவையும் கொடுக்கின்றன என்பது மறுக்க முடியாத ஒரு உண்மையாகும்.

பாகுபாடு (Classification): இந்த தடிப்புற்ற செல்களின் வடிவங்களின் வகைகளையும், அவைகளுக்குரித்தான இயல்புகளையும், அமைந்திருக்கின்ற முறைகளையும், இடங்களையும், ஆராய்ந்து பார்த்தால் அவை எண்ணிலும், ஏட்டிலும் அடங்கா. இருந்த போதிலும், கூடுமானவரையில் இவைகள் ஒழுங்குபடுத்தி, பாகுபாடு செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. முதன் முதலாக, 1889ஆம் ஆண்டு ஸ்கிர்க் (tschirch) என்பவர் தடிப்புற்ற செல்கள் என்ற சொல்லை வழக்கில் உலவ விட்டதுமல்லாமல் அவைகளை நான்கு வகைகளாகப் பிரித்துமிருக்கின்றார். அவை யாவன: (1) பிரேக்கி தடிப்புற்ற செல்கள் அல்லது கல்செல்கள் (brachy sclereids or stone cells): இவைகள் பார்ப்பதற்கு ஏறக்குறைய சமபக்கங்களைப் பெற்றனவாயும், பொதுவாக பித், புறணி, ஃபுளோயம், "பட்டை" ("bark") போன்ற பகுதிகளில் அமைந்தும் காணப்படும். மேலும், இவைகள் கனிகளின் சதைப் பற்றுள்ள பகுதிகளிலும் காணப்படுவதுண்டு. (பீரூஸ் கோம்முனிஸ் (Pyrus communis: படம் 4.3). ஒரு வகையில், இவைகள் பாரங்கைமா செல்களின் வடிவத்தை ஒத்திருக்கும் (படம் 4.3). (2) மாக்ரோ தடிப்புற்ற செல்கள் அல்லது "கோல் செல்கள்" (macro sclerids or "rod cells"): இவைகள் சிறு கழிகள் போன்று உயரப்போக்கில் சிறிது நீண்டும், குறுக்லாகவும், அடுத்தடுத்து அடுக்குற்ற தொடர்ச்சியாகவும், பாப்புலினியோனேஸி (Papilionaceae) என்ற குடும்பத்தைச் சார்ந்தவைகளின் விதை மேற் புறத்தோல்களில் காணப்படுகின்றன. இந்த செல்கள் மால்பிஜியன் செல்கள் ('Malpighian cells") என்றும் அழைக்கப்படுவதுண்டு (படம் 10.2). (3) ஓஸ்டியோ தடிப்புற்ற செல்கள் அல்லது "தாங்கும் செல்கள்" (osteo sclereids or prop cells): இவைகள்தோற்றத்திற்கு மேற்

கூறப்பட்ட இரண்டாவது வகையைப் போன்று காணப்பட்ட போதிலும், இவைகளின் ஒவ்வொரு ஸெல்லின் நுனிப்பாகம் அதிகமாக விரிவடைந்தும், பிளவுற்றும் (lobed) அல்லது பிரிவுற்றும் (ramified) காணப்படும் (படம் 10.1). இவைகள் பொதுவாக இருவிதையிலைத் தாவர இனங்களின் இலைகளிலும், விதைத் தோல்களிலும் காணப்படுகின்றன. (4) அஸ்ட்ரோ தடிப்புற்ற ஸெல்கள் அல்லது " நட்சத்திர தடிப்புற்ற ஸெல்கள் (astro sclereids or star sclereids) : இவைகள் பிரிவுற்று நட்சத்திரங்கள் போன்ற வடிவத்துடன் இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் இலைகளில் காணப்படுகின்றன (படம் 10.3). இவ்வாறாக தடிப்புற்ற ஸெல்கள் மேலெழுந்தவாரியாகவும், சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்ற வகைகளாகவும் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மேலும், இந்த பாகுபாட்டிற்குள் அடங்காத எண்ணற்ற வகைகள் தாவர இனங்களில் இருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, வெல்வித்ஸ்கியா (Welwitschia), ஆரவுக்கேரியா (araucaria), ஸ்கைஸாண்ட்ரா (Schisandra) கட்ஸுரா (Kadsura) போன்ற பேரினங்களிலும், நிம்ஃபியேஸி (Nymphaeaceae) என்ற குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவைகளில் காணப்படும் தடிப்புற்ற ஸெல்கள் முதலியவைகள் ஒவ்வொன்றும் முறையே தனிப்பட்ட வகையைச் சேர்ந்ததாகும். மேலும் இத்தடிப்புற்ற ஸெல்களின் மேலுறையில் படிகங்கள் (crystals) பொதிந்து இருக்கின்றன. இவைகளைப் பாகுபடுத்துவது என்பது எளிதான செயலல்ல. இத்தடிப்புற்ற ஸெல்களை பாகுபடுத்துவதற்கு இதுவரையிலும் கையாளப்பட்டு வந்த அடிப்படை இயல்புகள் யாவும் பயன்படாது என்று தெரிகின்றது. தடிப்புற்ற ஸெல்களில் எண்ணற்ற வகைகள் இருக்கின்ற காரணத்தினால் ஒரு இயற்கையான பாகுபாடு செய்தல் என்பது மிகவும் கடினமாகும். இதற்கு மற்றொரு முக்கிய காரணமுமுண்டு. அதாவது, ஒரு குறிப்பிட்ட உறுப்பில் காணப்படும் தடிப்புற்ற ஸெல்களையெல்லாம் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் பொழுது, அவைகள் யாவும் ஒரே வகையினதாக இல்லாமல் வெவ்வேறு அளவையும்' வடிவ மாறுபாட்டையும் பெற்று, காணப்படுகின்றன. இந்த வகையில், ஒரு குறிப்பிட்ட தடிப்புற்ற ஸெல் வகை இவ்வாறு வேறுபடுகின்ற காலத்து அது எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட வகையைச் சார்ந்தது என்று திட்டவட்டமாகக் கூற முடியாது இன்னும் கூறப்போனால், தடிப்புற்ற ஸெல்களை வகைப்படுத்துவதற்கும், விவரிப்பதற்கும் பயன்படுத்தப்பட்ட சொற்களெல்லாம் தெளிவற்ற வரை யறையுடனிருந்து வருகின்றன.

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள நான்கு வகைகளைத் தவிர்த்து, வேறு சில முக்கியமானதும், இந்நான்கு வகைகளிலடங்காதனவும் ஆகியவைகளைக் குறித்து தெரிந்து கொள்ளலாம். மோன்ஸ்தீரா (Mons-

tera) பேரினத்தின் காற்று வெளி சம்பந்தப்பட்ட வேர்களில் (aerial roots) காணப்படுகின்ற தடிப்புற்ற செல்கள் மயிரிழைப் போன்று நீண்டும், மென்மைத் தன்மையையும் பெற்றிருக்கிறமையால் இப்படிப்பட்ட செல்களை தடிப்புற்ற செல்கள் (trichoslereids) என்று விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. மற்ருெரு வகையான தடிப்புற்ற செல்கள் பல தடவைகள் பிரிவுற்றும், பிரிவுற்ற அமைப்புக்கள் பொதுவாக செல்லிடை வெளிகளை நோக்கியும், அவைகளினுள் நுழைந்தும் காணப்படும். இவைகள் அகக்கேசங்கள் ("internal-hairs") என்றும், ஆதாரத்திசு கேசங்கள் (ground tissue hairs) என்றும் டிரைக்கோபிளாஸ்டுகள் (trichoblasts) என்றும் அழைக்கப் படுகின்றன. இன்னும் ஒரு வகையான தடிப்புற்ற செல்கள் மௌரீரியா (Mouriria) என்ற பேரினத்தின், ஒரு சிற்றினத்தில் மட்டும் ஒரு வகையில் தடிப்புற்ற செல்களைப் போன்றும், மற்ருெரு வகையில் டிரக்கீட் (tracheid) போன்றும் இரு தரப்பட்ட இயல்புகளைப்பெற்று நரம்புகளின் நுனிப்பாகத்தில் அமைந்து காணப்படுகின்றன. இப்படிப்பட்ட செல்கள் இருதரப்பட்ட செல்கள் (hybrid cells) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. ஓலியா (Olea) அலாஞ்ஜியும் (Alngi-um) மௌரீரியா (mouriria) என்ற பேரினங்களின் சில சிற்றினங் களில் தடிப்புற்றசெல்கள் ஒரு வியப்பான நிலையைப் பெற்றுள்ளன. இவைகள் மேற்கூறப்பட்ட இனங்களின் இலைகளில், இலை இடைத் திசு (Mesophyll) பாகத்தில் அடர்த்தியாகவும், நெருக்கமாகவும், சிக்கல்களுடனும், தொடக்கமும் முடிவும் தெரிந்துகொள்ள இய லாத அளவிற்கு குறுக்கும், நெடுக்குமாக தடிப்பான நூலிழைகளைப் போன்று பரவிக் காணப்படுகின்றன. இப்படிப்பட்ட தடிப்புற்ற செல்கள் நூலிழைத் தடிப்புற்ற செல்கள் (filiform sclereids) என்று அழைக்கப்படுகின்றன (படம் 10.5). வேறு சில வகைகளில் பார்ப்பதற்கு நார் செல்கள் போன்றும் காணப்படும். இவைகள் நார் தடிப்புற்ற செல்கள் (fibriform sclereids) என்று கூறப்படு கின்றன (படம் 10.4). அண்மையில் ஸால்வடோரா பெர்ஸிக்கா (Salvadora persica) டொபிரா லொராந்தி ஃபோலியா (Dobera loranthi folia) என்ற சிற்றினங்களின் இலைகளில் இதுவரையில் அறிமுகமாகாத தடிப்புற்ற செல் வகை ஒன்று கண்டுபிடிக்கப்பட் டுள்ளது. இவைகள் ஒவ்வொரு நரம்பின் முடிவு இடங்களில் மட்டும் ஏறக்குறைய பல பக்கங்களுடனும், சமபக்கங்களையும்பெற்று, நூற்றுக் கணக்கில் ஒன்று சேர்ந்த திரளாகக் காணப்படுகின்றன. வேறு வகையில் கூற வேண்டுமானுல், இந்நிலையிலில்லாத நரம்பு முடிவுகளைப் பார்க்கவே முடியாது என்று கூறலாம் (படம் 10.6). இந்த வகை தடிப்புற்ற செல்கள் திரள் தடிப்புற்ற செல்கள் (agglomerate sclereids) என்றழைக்கப்படுகின்றன.

எல்லா வகை தடிப்புற்ற செல்களின் செல்லுறைகள் யாவும் செகண்டரி செல்லுறைகளைப் பெற்றும், லிக்னின் கலப்புற்றவைகளாகவும் இருக்கின்றன. சில வகை செல்களில், தடிப்புத்தன்மை செல்லறைகளை அடைத்து விடக்கூடிய அளவிற்கு செகண்டரி செல்லுறைகளைப் பெற்றிருக்கவும்கூடும். இவைகளின் செல்லுறைகள் அதிகஅளவிற்கு தடித்திருக்கின்றமையால், அவைகளில் பொதுவாகக் காணப்படும் எளிய குழிகள் (simple pits) பல பிரிவுகளாகப் பிரிவுற்று, பிரிவுற்ற குழிகளாக (ramiform pits), (குறுக்கு வெட்டில்) நீண்டு காணப்படுகின்றன (படம் 4.3). செகண்டரி செல்லுறைகள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்டு பலவாக இருக்கும். அவ்வாறிருக்கின்ற பொழுது அவைகள் ஒன்றுக்குள் ஒன்று அமைந்த அடுக்குகளாக காணப்படும் (படம் 10.10). பொதுவாக தடிப்புற்ற செல்கள் பக்குவமடைந்த பிறகு உயிரற்றவைகளாக மாறிவிடுகின்றன.

தடிப்புற்ற செல்கள்வெவ்வேறு மூலங்களிலிருந்தும் (sources), வகைகளிலும் உண்டாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, பாரங்கைமா செல்கள் செகண்டரி தடிப்புறுகின்ற முறையால் தடிப்புற்ற செல்களாக மாறுகின்றன. அல்லது தடிப்புற்ற செல்களைத் தனிப்பட்ட முறையில் தோற்றுவிக்கக்கூடிய தடிப்பு செல் மூலத்திலிருந்தும் (sclereid primordium) உண்டாகலாம். அல்லது மோன்ஸ்திரா (Monstera) பேரினத்தின் காற்று வெளி சம்பந்தப்பட்டவேரில் (aerial root) ஏற்படுவதைப்போல், அடுக்கு ஆக்குத்திசுவிலிருந்தும் (rib or file meristem) உண்டாகலாம். அல்லது புரோக்கேம்பியம், கேம்பியம் முதலான ஆக்குத்திசுக்களிலிருந்தும் உண்டாகலாம். அல்லது விதைத்தோல்களிலிருக்கின்ற மேக்ரோ தடிப்புற்ற செல்கள் அல்லது "கோல்செல்கள்" போன்றவைகள் புரோட்டோடெர்மிலிருந்தும்(protoderm) உண்டாகலாம். அல்லது ஆதார ஆக்குத்திசுவிலும் (ground meristem) தோற்றுவிக்கப்படலாம். இவ்வாருக பல மூலங்களிலிருந்தும், பலவகைகளில் தடிப்புற்ற செல்கள் தோன்றுகின்றன. தடிப்புற்ற செல்களில் சில வகைகள் அவை அவைகளின் மூலங்களிலிருந்து தோற்றுவிக்கப்படும் பொழுது ஒரு சிறிய செல்லாகவும், ஏனைய உயிருற்ற செல்கள் போன்று ஒவ்வொன்றும் ஒரு நூக்ளியஸைப் பெற்றும் தோன்றுகின்றன. ஆனுல், நாளடைவில் இவைகள் மேன்மேலும் சூழ்ந்திருக்கும் ஏனைய செல்களைவிட பன்மடங்கு விரிவடைந்துகொண்டு வரும்பொழுது, மற்ற செல்களின் பிரைமரி செல்லுறைகளின் மூலம் ஊடுருவிச் சென்று இறுதியில் ஒரு பெரிய செல்லாக மாறிவிடுகின்றது. சில வகை தடிப்புற்ற செல்களின் வளர்ச்சி முறையைக் கூர்ந்து கவனிக்கும் பொழுது இவைகள் எந்த அளவிற்கு ஒரு வித சக்தியினுல் அவைகளைச் சூழ்ந்திருக்கின்ற செல்களை சிறுமைப்படுத்தி தாங்கள் பெரிய

தொரு அளவையும், ஆதிக்கமும் அடைகின்றன என்பதை எண்ணும் பொழுது இவைகளின் வளர்ச்சிமுறை விசித்திரமானது என்று கூறும்படியான நிலையைக் காண்கிறோம். இத்தடிப்புற்ற செல்கள் எந்த முறையில் தோன்றினாலும், அவைகளின் மேற்கொண்ட வளர்ச்சி இருவழிகளில் முற்றுப் பெறுகின்றன. ஒன்று ஒத்த வளர்ச்சி யின் (symplastic growth) மூலம் முற்பகுதியில் வளர்ச்சி ஏற்படு கின்றது. பிற்பகுதியில் நுழைவு வளர்ச்சி (intrusive growth) ஏற் பட்டு, அதன் மூலமாக அவைகள் நீண்டு, விரிவடைந்து, மற்ற செல் களினூடே ஊடுருவிச்சென்று, பரவி முழுவளர்ச்சி பெறுகின்றன.

செயல் (Function) : தடிப்புற்ற செல்களின் அமைப்புக்கேற்ற வாறு அவைகள் அமைந்துள்ள உறுப்புக்களுக்கு வலிவையும், பாது காப்பையும் அளிக்கின்றன. இதை மேலும் விரித்துக்கூற வேண்டு மானால், சுண்ணும்புக்காரை (mortar) வலிவைப்பெறுவது அதில் கலந்து இருக்கும் மணலாலாகும் என்பதைப் போல உறுப்புக்களி லுள்ள சுண்ணும்பாகிய ஏனையத் திசுக்களுக்கு தடிப்புற்ற செல்கள் என்ற மணல் வலிவைக் கொடுக்கின்றன என்பதை அறிகின்றோம். இது ஒரு புறமிருக்க, வேறு சில இடங்களில், தடிப்புற்ற செல்களின் செயல் என்ன என்று தெளிவாகக் கூற முடிவதில்லை. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக, கனிகளில் சதைப்பற்றுள்ள பாகங்களிருக்கின்ற வைகளையும், இலைகளில் இருக்கின்றவைகளையும் உதாரணமாகக் கூறலாம். ஒருவேளை, இத்தகைய தடிப்புற்ற செல்கள் ஒரு வகை கெட்டித்தன்மையை அவைகளுக்குக் கொடுக்கின்றன என்று கருதப்படலாம்.

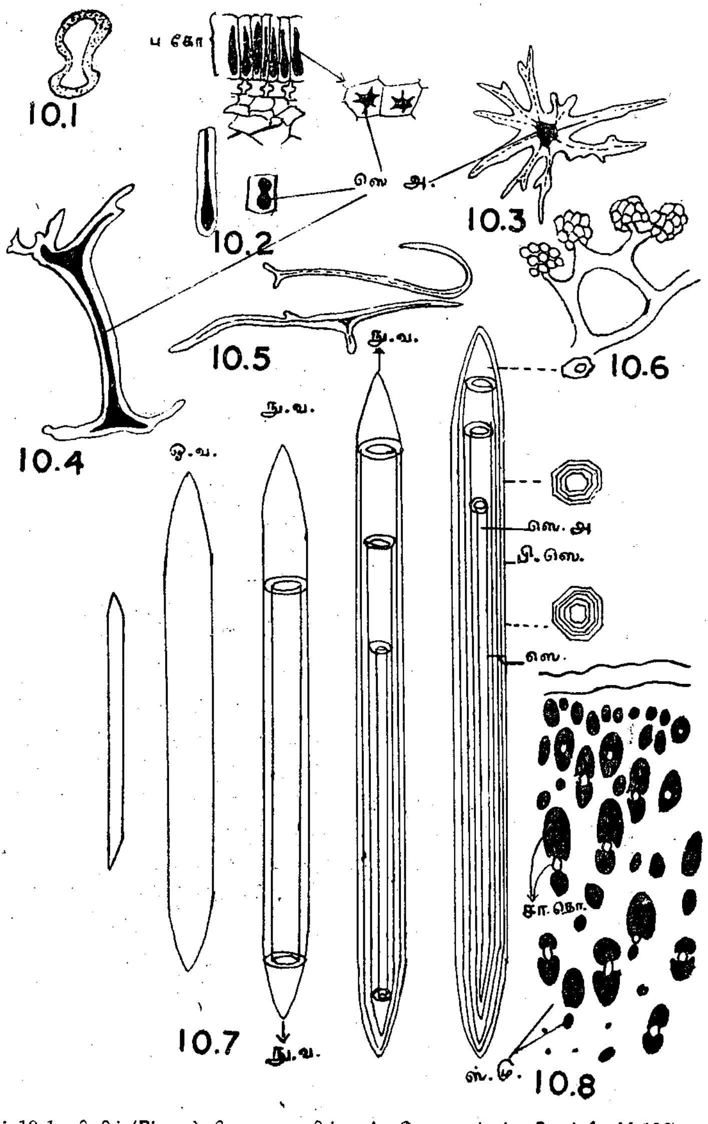
## நார்த்திசுக்கள் (Fibers)

**பொதுப்படையான இயல்புகள் (General features) :** ஏற்கனவே கூறியபடி, நார்செல்கள் உயரப்போக்கில் நீண்டு, நெட்டையாக வும், குறுகலாகவும், கதிர்கோல் வடிவமாகவும், தடிப்புற்ற செகண் டரி செல்லுறைகளைப் பெற்றும், பக்க உறைகளில் வரையறுக்கப் பட்ட குழிகள், அல்லது மாறுபாடுற்ற குழிவகைகள் முதலான வற்றை அதிக அளவில் பெற்றும், உயரப்போக்கிலமைந்துள்ள ஆக்குத்திசுவிலிருந்து உண்டாக்கப்படுகின்றன என்ற இலக்கணத் தையும் அடிப்படையாக முறைக்கு வைத்துக்கொண்டு, மேற் கொண்டு இவைகளிலடங்கியுள்ள வேறு சில உண்மைகளைப்பற்றி தெரிந்து கொள்வோம். இந்த செல்கள் தோற்றத்தில் நீண்டும், நுனிப்பாகம் குவிந்தும் அல்லது கூர்மையாகவும் சிலவேளைகளில் வளர்ச்சியின் விளைவால் பிளவுற்றும்காணப்படும். வர்த்தகத்துறை யில் நார்செல்கள் என்று கூறும்பொழுது இவை பருத்தி விதைகளின் மேல் காணப்படுகின்ற ஒரு செல்லிலான கேசங்களையோ அல்லது

உண்மையான நார்செல்களின் தொகுப்பையோ குறிப்பதாகும். நார்செல்களின் தொகுப்பை மேலும் இருவகையாகப் பிரிக்க லாம். ஒன்று கடின அல்லது இலைநார்கள் (hard or leaf fibers) என்றும், மற்றொன்று மென்மை அல்லது பாஸ்ட் நார்கள் (soft or bast fibres) என்றும், பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. முதல் வகை ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களைச் சார்ந்த அகேவ் (Agave) பேரினங்களின் இலைகளிலும், ஹெனிக் குயென் (Henequen), ஸிஸல் (Sisal) மணிலாஹெம்ப் (Manilahemp) அல்லது அபேகா (Abaca) முதலானவற்றிலும் காணப்படுகின்றது. இரண்டாம் வகை சில குறிப்பிட்ட இரு விதையிலைத் தாவரங் களின் தண்டுகளில் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக கன்னபிஸ் ஸெத்திவா (Cannabis sativa) அல்லது உண்மையான ஹெம்ப் (true hemp) கோர்க்கோரூஸ் பேரினம் (corchorus) அல்லது சணல் (jute) பொஹ்மீரியா நீவியா அல்லது ரேமி (Boehmeria nivea or Ramie) லீனும் உஸித்தாத்தீஸிமும் அல்லது ஃபிளாக்ஸ் (linum usitatissimum or flax) நார்கள் பொதுவாக மனித சமுதாயத்திற்கு பலவகையில் பயன்பட்டு வருகின்றதோடு வாணிபமுறையில் செல்வாக்கும் பெற்றிருக்கின்றன. இவைகளைக் குறித்து விரிவான முறையில் ஆராய்ச்சி முடிவுகளும், குறிப்புகளும் கிடைக்கின்றன. நார்செல்களின் நீளத்தையும், அகலத்தையும் வைத்துக்கொண்டு பார்த்தால், இவைகளின் விகிதம் முறையே அவைஅவைகளின் வகையையும், இனத்தையும் பொருத்திருக்கின்றன. எடுத்துக்காட் டாக குட்டையாக இருக்கின்ற பாஸ்ட் நார்களின் நீளம் அகலம் இவற்றின் விகிதம் 10:1 அல்லது 20:1 ஆகவும் இவைகளில் மிகவும் நீண்டிருக்கின்ற ஸெல்களைப்பெற்றுள்ள உர்த்திக்கேஸி(Urticaceae) குடும்பத்தின் நார்கள் 4000:1 ஆகவும் இருக்கின்றன. இதிலிருந்து உயர்ந்த தாவர இனங்களின் நார்செல்கள் தான் மற்ற எல்லா ஸெல்களையும் விட அதிக நீளமுள்ளவைகள் என்று தெரிய வரு கின்றது. கன்னபிஸ் ஸெத்தீவா (Cannabis sativa) அல்லது ஹெம்ப் என்ற நார்செல்கள் 1முதல்-10 செ.மீ. வரை நீளத்தைப் பெற்றி ருக்கலாம். இதுபோல் லீனும் உஸித்தாதிஸிமும் (Linum usitatissimum); பிளாக்ஸ் என்னும் இனத்தின் நார்செல்கள் 2.5 மி.மீ; 1.2 செ.மீ.வரை உள்ளதாக இருக்கின்றன. மிகவும் நீளமுள்ள நார்செல் கள் பொஹ்மீரியா நீவியா (Boehmeria nivea) என்னும் உர்த்திக்கேஸி (Urticaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இனத்தின் தண்டுகளிலுள்ள நார்செல்கள் தான் 40 செ.மீ. முதல் 55 செ.மீ. வரை இருப்பதாகத் தெரிய வருகின்றது.

நார்த்திசுவைப் பொதுவாக தண்டுகளிலுள்ள ஏனைய திசுக்களின் அமைவுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், இது புறணியிலும் ;(cortex)

(படம் 15.32) ஃபுளோயத்தை அடுத்து அதற்கு குல்லாய் போன்று (cap-like) அமைந்தும் (படம் 15.35), சைலம் அல்லது ஃபுளோயத்துடன் கலந்து பரவலாகவும் அமைந்திருக்கும். பொதுவாக இந்தத் திசு இரு விதையிலே, ஒரு விதையிலேத் தாவர இனங்களின் தண்டு பாகங்களில் அமைந்திருக்கின்ற முறையை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் பொழுது, அது ஒவ்வொரு இனத்தை, பேரினத்தை அல்லது குடும்பத்தைப்பொருத்து, அவையவைகளுக்குரித்தான வகையில் ஒரு ஒழுங்குடன் அமைந்திருப்பது குறிப்பிடத்தக்கதொரு உண்மையாகும். எடுத்துக்காட்டாக ஸிப்பரேஸி (Cyperaceae) கிராமினி (Gramineae) முதலான குடும்பங்களைச் சேர்ந்த இனங்களின் தண்டு, இலை முதலியனவற்றுள் குறிப்பிட்ட ஒழுங்குடன் அமைந்திருப்பதோடல்லாமல், (பொதுவாக மேல்தோல், கீழ்த்தோல்களை அடுத்து உட்புற மாகவும், மேலும் இலைகளில் வரம்புகள், நரம்புகள் முதலியவைகளையடுத்து உட்புறமாகவும்), ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு சிற்றினத்திற்கும் அல்லது பேரினத்திற்கும் குறிப்பிட்ட சிறப்பான தனியமைப்புடன் (குறுக்கு வெட்டில்) விளங்குவதைக் காணலாம். இந்தக் குடும்பங்களில், மேலும் ஒழுங்காக அமைந்திருக்கும் இம்முறையை ஒன்றுசேர்த்து நோக்கும்பொழுது குறுக்கு வெட்டில் நன்ருக வரையறுக்கப்பட்ட தொகுப்பாகவும், உயரப்போக்கில் ஒரு தொடர்ச்சியான தொகுப்புகளாகவும் அமைந்துள்ளன. இதனுல், தண்டின் மேல் புறத்தில் பல மேடு, பள்ளங்கள் காணப்படுகின்றன (படம் 7.38). எடுத்துக்காட்டாக குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் இது முழு அல்லது அரைவட்ட வடிவமாகவும், அல்லது முக்கோண வடிவத்துடனும் அல்லது சமசதுரமாக (படம் 7.38) அல்லது நீண்ட சதுரமாகவும், முட்டை வடிவமாக அல்லது பல கோணங்களையும், பக்கங்களையும் உடையதாகவும், அல்லது "T" வடிவத்துடனும், இன்னும் இன்னோன்ன பிற வடிவங்களுடனும் காணப்படுகின்றன. மேலும், இதன் சராசரி உயரமும், அகலமும், சிலவேளைகளில் குறிப்பிட்டஅளவில் அமைந்து இனத்திற்குரிய சிறப்பியல்பாக அமைவதுமுண்டு. இந்த வேறு பாட்டியல்பு மேலே கூறப்பட்ட குடும்பங்களிலுள்ள இனங்களை அல்லது உறவுள்ள இனங்களை அறிந்து கொள்ள உதவுவதோடு, இவ்வினங்களை மற்றவைகளிலிருந்து, வேறுபடுத்தி அறிந்து கொள்ளவும் பயன்படுகின்றன. இன்னும் ஸ்குமாண்னியாந்தூஸ் விர்காத்துஸ் (Schumanianthus virgatus) என்ற இனத்தின், தண்டின் குறுக்கு வெட்டமைப்பில் நார்செல்கள் பல வட்ட வடிவங்களுடன் கூடிய சிறு சிறு தொகுப்புகளாக பரவியிருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 10.8). குறிப்பாக, இந்தத் திசு ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களைச் சார்ந்தவைகளின் இலைகளில் மிகுதியாக காணப்படுவதோடு, மேற்குறிப்பிட்ட வடிவங்களையும், அளவையும் பெற்று ஒருபாகத்




படம் 10.1. பிஸிம் (Pisum) விதையுறையின் ஓஸ்டியோ தடிப்புற்ற செல் ( X 186).

படம் 10.2. ஃபேஸியோலுஸ் (Phaseolus) விதையுறையின் குறுக்கு வெட்டு. -மாக்ரோ தடிப்புற்ற செல்கள் ( X 150).

படம் 10.3. த்ரோக்கோடென்ட்ரோன் (Trochodendron) அஸ்ட்ரோ அல்லது நட்சத்திர வடிவ செல் (X 103).

படம் 10.4. ஹக்கியா (Hakea) இலையில் இருக்கின்ற நார்ஸெல் போன்ற தடிப்புற்ற ஸெல்.

படம் 10.5. ஓலியா (Olea) இலையிலிருக்கின்ற நூலிழைத் தடிப்புற்ற ஸெல்கள்.

படம் 10.6. ஸால்வடோரா பெர்ஸிக்கா (Salvadora persica) இலை நரம்புகளில் காணப் படுகின்ற தடிப்புற்ற திரள் ஸெல்கள் ( X 66).

படம் 10.7. பிரைமரி ஃபுளோயம் நார் ஸெல்களின் வளர்ச்சி மாற்றங்களைக் குறிக்கின்ற பொதுப்படையான படங்கள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படம் 10.8. ஸ்குமானியாந்துஸ் விர்காத்துஸ் (Schumannianthus virgatus) தண்டின் குறுக்கு வெட்டு ( X 10).

ப.கோ. புறத்தோல்; ஸெ.அ. ஸெல் அறை; ஒ.வ. ஒத்த வளர்ச்சி; நு.வ. நுழைவு வளர்ச்சி; பி.ஸெ. பிரைமரி ஸெல்லுறை; சா.தொ. சாற்றுக் குழாய் தொகுப்பு; ஸ்.மு. ஸ்கிலரங்கைமா முடிச்சு.

தில் சாற்றுக்குழாய்த் தொகுப்புகளுடனும், மற்றொரு பக்கத்தில் தோல்களுடன் கொண்டிருக்கின்ற தொடர்பற்ற அல்லது தொடர்பு பற்ற நிலையைப் பொருத்தும், ஒரு சிறப்பான வேற்றுமை உண்டாகி யிருப்பதைப் பார்க்கலாம். சில இலைகளில் இத்திசு தொகுப்புகள் தோலையும், தோலுக்கு எதிர்ப்புறமாக அமைந்து இருக்கின்ற சாற்றுக்குழாய்த் தொகுப்பையும் (குறுக்கு வெட்டு நோக்கில்) இணைக்கின்ற தொடர்ச்சியாக விளங்கும். இதனை ஸ்கிலரங்கைமா கிர்டர்கள் (sclerenchyma girders) (படம் 16.22) என்றும், இதற்கு மாறாக தோலுக்கு அடுத்து மட்டும் அமைந்து, சாற்றுக் குழாய்த் தொகுப்புடன் இணைப்பில்லாமல் இருக்கும் நிலையில் இதை ஸ்கில ரங்கைமா இழைக்கற்றைகள் (sclerenchyma strands) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன (படம் 7.38). இந்த இயல்பும் இனங்களின் சிறப்பியல்புகளாகத் தோன்றியிருப்பதை அறியலாம். இருவிதை யிலைத் தாவரங்களின் தண்டுகளில் இது ஃபுளோயத்திலுண்டாகி, இருப்பதாக மேலே கூறப்பட்டது. அங்கே இந்தத் திசு பிரைமரி ஃபுளோயத்திலும், ஸெகண்டரி ஃபுளோயத்திலும் ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் அமைந்து இருப்பதைப் பார்க்கலாம். உதாரணமாக, இது ஒரு தொடர்ச்சியான திசுவாகவும், பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் வட்டவடிவமான பட்டையாகவும், (குறுக்கு வெட்டு நோக்கில்) அல்லது தொடர்ச்சியற்ற பல தொகுப்புகளாகவும், ஃபுளோயத்தை அடுத்து காணப்படுகின்றது. இதுபோன்ற திசு அமைப்பு வேர் களிலும் காணப்படுவதுண்டு.

நார்த்திசுவின் பாகுபாடு (Classification of fibers): இத் திசுவை, அவைகள் ஸைலத்துடன் அமைந்து இருக்கின்ற முறை யைப் பொருத்து இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒருவகை,

ஸைலத்துடன் தொடர்புற்று அத்திசுவுடன் கலந்து காணப்படும். இதனை ஸைலம் இணைந்த நார்த்திசு (xylary fibers) என்றும், மற்றொரு வகை, ஸைலம் திசுவிற்கு வெளிப்புறமாக அமைந்தும் இருப்பதால் இந்நார்த்திசுவை ஸைலம் இணையா நார்த்திசு (extraxylary fibers) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன (படங்கள் 15.38; 15:39). இந்த இருவகை நார்த்திசுக்களில் ஸைலம் இணையா நார்த்திசு இரு வழிகளில் தோன்றலாம். ஒரு வழியில் இது ஃபுளோயத்தின் ஏனைய திசுக்களைப் போன்று புரோக்கேம்பியம் அல்லது கேம்பியம் முதலிய ஆக்குத்திசுக்களிலிருந்து உண்டாக்கப்படுகின்றது. வேறு ஒரு வழியில் ஏற்கனவே உண்டான திசுக்கள் செகண்டரி தடிப்பு தன்மை (secondary sclerosis) அடைவதின் மூலமும் உண்டாகலாம். ஸைலம் இணையா நார்த்திசுவை சிலவேளைகளில் பாஸ்ட் நார்த் திசு (bast fiber) என்று அழைக்கப்படுவதுமுண்டு. ஆனால் ஸைலம் இணைந்த நார்த்திசு எப்பொழுதும் அமைப்பிலும் வளர்ச்சியிலும் ஒரே நிரந்தரமான வழியிலேயே தோன்றுகிறது. அதாவது ஸைலத்தின் மற்ற திசுக்கள் உண்டாகின்ற அதே மூலத்திலிருந்து தோன்றுகிறது. ஸைலம் இணைந்த நார்த்திசுவை மேற்கொண்டு இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்றை நார் டிரக்கீடு (fiber tracheids) என்றும், பிறிதொன்றை லிப்ரிஃபாம் நார்த்திசு (libriform fiber) என்றும், அழைக்கலாம். சில சமயங்களில் ஜெலாடினஸ் நார்த் திசு (gelatinous or mucilaginous fiber) என்ற மற்றொரு வகை நார்த்திசு சில குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையிலுண்டாகிறது. பொதுவாக நடைமுறையில் இதுவரையிலும் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுக்கு வெளிப்புறமாக அமைந்துள்ள நார்த்திசுவின் தொடர்ச்சியை பெரிஸைக்கிள் (pericycle) என்று அழைக்கப்பட்டு வருகின்றது. இது தவறான கருத்து என்று முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம். இதனை இதன் வளர்ச்சி, அமைப்பு முதலியவற்றின் அடிப்படையில் வாஸ்குலார்த் திசுவிலிருந்து வேறுபட்ட ஒரு திசுவாகவே கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனால், சமீபகாலத்தில் வளர்ச்சி அடிப்படையில் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட உண்மைகளைக் கொண்டு ஆராய்ந்து பார்க்கும் போது, இது ஃபுளோயம் திசுவிலிருந்து அதன் திசுவகைகளில் ஏற்படுகின்ற செகண்டரி மாற்றங்களினாலும், ஃபுளோயம் திசுவை தோற்றுவிக்கின்ற ஆக்குத்திசுவினாலும், உண்டாக்கப்படுகின்றது என்பதாக தெரிகின்றது. இதன் காரணமாக, இத்திசு ஒரு தனிப்பட்ட திசுவகையைச் சேர்ந்தது என்று கூறமுடியாது. ஸைலம் இணைந்த நார்த்திசுவை உட்பிரிவுகளாகப் பிரித்ததுபோல், ஸைலம் இணையா நார்த்திசுவையும் ஃபுளோயம் நார்த்திசு (phloic or phloem fiber) பிரைமரி, செகண்டரி, ஃபுளோயத்திலுண்டாவது) என்றும், புறணி நார்த்திசு (cortical fiber) என்றும் (புறணி பகுதியில் உண்டாவது) வாஸ்குலார் சூழ் நார்த்திசு (perivascular fiber ;

புறணிப் பகுதியின் உட்புற எல்லையில் அமைந்துள்ள திசு அடுக்கி லிருந்துஉண்டாவது என்றும் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

**செல்லுறைகளின் அமைப்பும் வேதியலும் (Structure and chemistry of cell walls) :** நன்ருக முதிர்ச்சியடைந்து பக்குவமடைந்த நார்செல்களின் செல்லுறைகளைக் கூர்ந்து நோக்கும்பொழுது அவைகள் வெவ்வேறு அளவிற்கு தடிப்புத்தன்மையைப் பெற்றும், அவைகள் சில வேளைகளில், செல்லறையை (cell lumen) அடைத்து விடக்கூடிய அளவிற்கு செல்லுறை அடுக்குகளைப் பெற்று இருப்பதை யும் பார்க்கலாம் (படம் 10.10). ஏற்கனவே எடுத்துக்காட்டியபடி இந்த நார்த்திசுக்கள், மக்களுக்குப் பல வழிகளில் பயன்படக் கூடியதாயிருப்பதால், இவைகளைக் குறித்து இதுவரையிலும், நடத் தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளின் மூலம், பலதரப்பட்ட உண்மைகள் நமக்குக் கிடைத்துள்ளன. செல்லுறைகளின் அமைப்பு, வேதியல் இவைகளைக் குறித்து கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளின் முடிவு களை இப்பொழுது தெரிந்து கொள்வோம்.

சைலம் இணைந்த அல்லது இணையா நார்திசுக்களின் செல்கள் அதிக அளவில் தடிப்புற்றிருக்கின்றன. இவைகளின் செல்லுறை களில் லிக்னின் என்ற செல்லுறைப் பொருளின் அளவு வெவ்வேறு அளவில் மாறுபட்டு கலந்திருக்கக்கூடும். ஒரு விதையிலை தாவர இனங்களின் நார்செல்களின் செல்லுறைகளில் லிக்னின் அதிக அளவில் சேர்ந்திருக்கின்றது. செல்லுறைகளின் குழிகள் எளிய வகையை (simple) சேர்ந்ததாகவோ அல்லது சிறிதளவு வரையுற்ற வகையினதாகவோ இருக்கின்றன. செல்லுறைகளின் தடிப்புத் தன்மை அதிக அளவில் இருக்கின்றபொழுது செகண்டரி செல்லு றைகளிலெல்லாம் ஒன்றன் பின் ஒன்ருக அடுக்குற்ற (குறுக்கு வெட்டு தோற்றத்தில்) பல வட்டங்களாக செல்லறையை நோக்கி அமைந்துள்ளன (படம் 10.10). செகண்டரி செல்லுறை களின் அடுக்குகள் ஒவ்வொன்றின் தடிப்புத்தன்மையின் அளவும், ஒன்றிலிருந்து ஒன்று மாறுபட்டும் சிலவேளைகளில் செல்லுலோஸி ஞலான அடுக்கும் செல்லுலோஸல்லாத அடுக்குமாக மாறி மாறி உள்நோக்கி அமைந்திருக்கின்றன. பொதுவாக, செல்லுறைகளின் தடிப்புத்தன்மையைக் கூர்ந்து நோக்கும்பொழுது அவைகள் வெவ் வேறு அளவிற்கு தடிப்புத்தன்மையைப் பெற்றும் அவைகள் சில வேளைகளில், செல்லறையை (cell lumen) அடைத்து விடக்கூடிய அளவிற்கு செல்லுறை அடுக்குகளைப் பெற்றிருப்பதையும் பார்க்கலாம் (படங்கள் 10.9;10.10). பொதுவாக, செல்லுறை களின் தடிப்புத் தன்மையின் அளவு டிரக்கீடுகளிலும் பின்பு நார் டிரக்கீடுகளிலும் இறுதியாக லிப்ரிஃபாம்

நார் ஸெல்களிலும் முறையே அதிகரித்துக் கொண்டிருக்கும் தன்மையைப் பார்க்கக்கூடும். இந்தத் தடிப்புத்தன்மையின் அதிகரிப்பிற்கு தக்கவாறு, அவற்றின் பக்க உறைகளில் காணப்படுகின்ற குழிகளின் இயல்புகளும் மாற்றமடைகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக டிரக்கீடுகளில் காணப்படும் குழிகள் வரையறுக்கப்பட்ட குழிகளாக இருக்கும்பொழுது நார் டிரக்கீடுகளில் காணப்படும் குழிகளின் வரையறை குறைந்தும் இறுதியில் லிப்ரிஃபாம் நார்ஸெல்களில் அவைகள் மேற்கொண்டு குறைந்தும் சில வேளைகளில் முற்றிலும் நீக்கப்பட்டும் அதே சமயத்தில் குழித்துளை (pit aperture) நீண்டும் கீரல் போன்றோ (slit like) அல்லது அதுவுமற்றதாகவோ காணப்படும் (படம் 4.5). இந்த வகைகளில் வெளித்தோற்றத்தைப் பொருத்தமட்டில் குழிகளின் வடிவமும் அமைப்பும் மாறுபடுகின்ற பொழுது இந்த மாற்றங்களுக்கேற்ப அவைகளின் உள்ளமைப்பும் பெரிதும் மாறுபடுகின்றது. பொதுவாக, ஸெல்லுறைகளின் தடிப்புத்தன்மை அளவு அதிகரிக்க அதிகரிக்க குழி வாய்க்காலின் (pit canal) நீளமும் அதிகரிக்கின்றது. நார் டிரக்கீடுகளின் குழி வாய்க்கால்கள் (pit canals) சிறிய, ஆனல், தெளிவாக தெரியக்கூடிய குழி அறைக்குள் சென்று உள்துளைகள் (inner apertures) இரு குவியுடைதாகவோ (lenticular) அல்லது கீரல் போன்றதாகவோ (slit like) மாற்றமடைந்து, அவைகள் வரையின் (border) எல்லைக்கப்பாலும் நீண்டும் காணப்படுகின்றன (படம் 4.11). லிப்ரிஃபாம் நார்ஸெல்களும் இதுபோன்று உள்ளமைப்பை ஓரளவிற்குப் பெற்றிருந்தாலும் அவைகளின் குழி அறைகளினளவு (pit chambers) மேலும் குறைவுற்றோ அல்லது மறைவுற்றோ காணப்படுகின்றன. வரையுற்ற குழி (bordered pit) எந்த அளவுக்கு பாதிக்கப்பட்டு மாறுபட்டு உண்டாகலாம் என்பதற்கு லிப்ரிஃபாம் நார்ஸெல்கள் தக்கதொரு சான்ருக விளங்குகின்றன. இந்நிலைகளிலிருக்கின்ற குழி ஜதைகளை (pit pairs) பெற்றிருக்கும் நார்- டிரக்கீட்கள், லிப்ரிஃபாம் ஸெல்களின் உள்துளைகளைப் பார்க்கும்பொழுது அவைகள் ஒன்றுக்கொன்று குறுக்கில் படத்தில் காட்டியிருப்பது போல் ஸெல்லுறை பரப்புகளின் மேல் அமைந்து காணப்படும் (படம் 4.11). இவைகளைக் குறித்து விரிவாக முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம். குழிகளின் அமைப்பு, தோற்றம், எண்ணிக்கை முதலியவைகள் நார் ஸெல்களின் வகையைப் பொருத்தும் அவைகளின் ஸெல்லுறை தடிப்புத்தன்மையின் அளவைப் பொருத்தும் மாறுபடுகின்றன. மேலும் ஒரு உன்னத நிலையடைந்த நார் ஸெல்களின் பக்க உறைகளில் காணப்படும் வரையுற்ற குழிகளின் குழித்துளை (pit aperture) வரைக்குட்பட்டும் உள்துளைகள் கீரல் போன்று பரவலாக அமைந்தும் காணப்படும். இது பரிணும அடிப்படையினுல் ஏற்பட்டிருக்கின்ற மாற்றத்தையும், முன்னேற்றத்தையும் குறிக்கின்றது.

வெவ்வேறு இனங்களிலிருக்கின்ற நார்செல்களும், ஒரே இனத்தின் நார் செல்களும், சிலவேளைகளில் ஒரு நார் செல்லின் வெவ்வேறு பகுதிகளும் வெவ்வேறு விதமான அமைப்பையும், வேதியலும் டெக்சரையும் (texture) பெற்றுப் பெரிதும் வேறுபட்டு காணப்படுகின்ற காரணத்திஞல் எல்லா நார்செல்களையும் ஒன்று சேர்த்து பொதுப்படையாக ஒரே வகையானது என்று கூறிவிட முடியாது. மேலும், நார் செல்களின் குறுக்கு வெட்டுகளை (sections) பெரிது படுத்தி பார்க்கும்பொழுது அவைகளின் செல்லுறைகளில் அமைந்திருக்கின்ற மிக்ரோஃ பைப்ரில்களின் (microfibrils) ஓட்டம் வட்ட வடிவமாக ஒன்றுக்குள் ஒன்று அமைந்தும் அல்லது ஆரப்போக்கிலமைந்தும் (radial) இன்னும் வேறு வகையான அமைப்புகளையும் பெற்று இருக்கின்றன (படம் 10.9;10.10). இந்நிலைமை நார் செல்களில் இயற்கையாகக் காணப்படுகின்றமையால் இவைகளைக் குறித்து நன்கு தெரிந்துகொண்டு பாகுபாடு செய்வதற்கு மேற்கொண்டு அதிக அளவு ஆராய்ச்சி தேவைப்படுகின்றது.

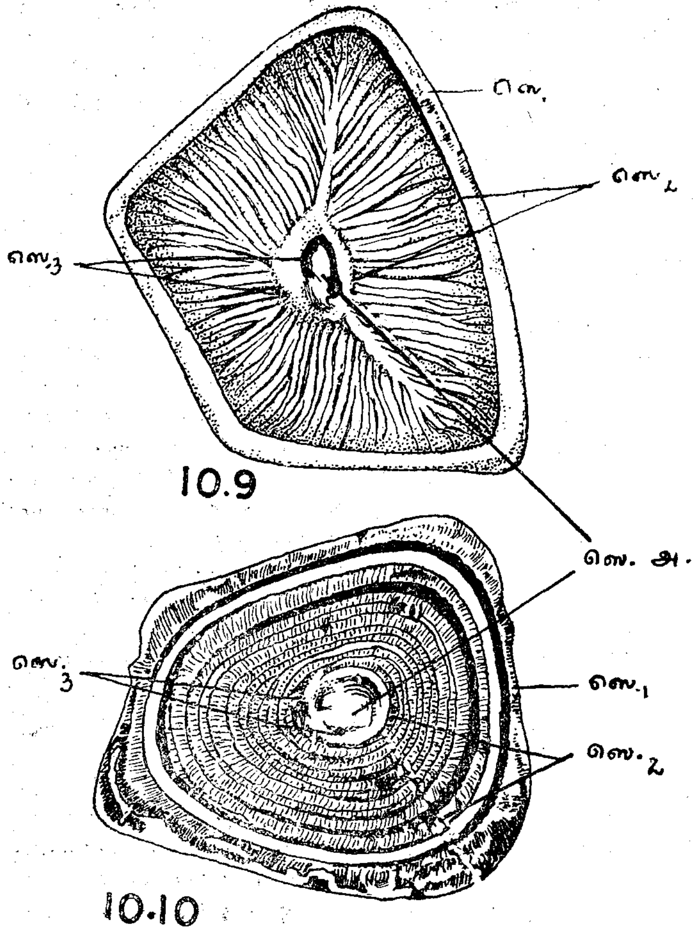
மேலே அறிவித்தபடி, வேறு ஒரு வகையான நார்த்திசு இருவிதையிலைத் தாவரங்களின் செகண்டரி சைலத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் ஏற்படுகின்றன. இந்த நார் செல்களில் இறுதியாகத் தோன்றிய உள் செகண்டரி செல்லுறை அடுக்கில் செல்லுலோஸ் அதிகமாகவும் அதற்கேற்ருற்போல் லிக்னின் என்ற பொருளின் அளவு குறைந்தும் காணப்படும். இந்த வகை வேதியல் தன்மையைப் பெற்றுள்ள நார் செல்கள் ஜெலாடினஸ் அல்லது மூசிலாஜினஸ் நார்செல்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவைகளின் உள்ளுறையில் லிக்னின் அளவு குறைந்து, உண்மையான நார் செல்களின் உள்ளுறை அமைப்பிலிருந்து வேறுபடுவதிஞல் இந்த செல்லுறை அடுக்கு 'ஜெ' அடுக்கு ('G' layer) என்றழைக்கப்படுகின்றது இந்த தனிப்பட்ட உள்ளுறை அடுக்கின் வேதியல் இயல்புக்கேற்றவாறு, இது நீரை உறிஞ்சி விரிவடைந்து நார் செல்லறையை அடைத்து விடவும் கூடும். நீரை அதிகப்படியாக பெற்றிருக்கின்ற நிலையில் இதன் செல்லுறைகளைப் பார்த்தால் அவைகள் ஜெலாடினஸ் அல்லது மூஸிலாஜினஸ் தோற்றத்தை அளிக்கின்றது. அதே நேரத்தில் இந்த 'ஜெ' (G) அடுக்குகள் உலரும்பொழுதும் அல்லது உறிஞ்சப்பட்ட நீரை வெளியே இழக்கும்போதும் சுருங்குவதிஞல், பல வெடிப்புகள் செல்லுறை அடுக்குகளில் தோன்றுவதுண்டு. ஒரு முறை சுருங்கிய இந்த செல்லுறைகள் மீண்டும் விரிவடைவதில்லை. இவ்வகையான நார்த்திசு எல்லா செகண்டரி சைலத்திலும் காணப்படுவதில்லை. ஆஞல் செகண்டரி சைலம் அல்லது கட்டை இறுக்கக்கட்டையாக (tension wood) இருக்கும் போது ஏற்படுகின்றன.

இன்னொருவகை நார் செல்கள் குறுக்கில் தடுப்புகளைப்பெற்று, ஒரு செல்லுக்குப் பதிலாகப் பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்ட செல்லாக உண்டாவதுண்டு. இத்தகைய நார் செல்களுக்கு தடுப்புற்ற நார் செல்கள் (septate fibers) என்று பெயர். இவை ஏறக்குறைய நூறு இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் காணப்படுகின்றன. ஏனெனில் தடுப்புற்ற நார்செல்கள் சைலத்திலும், ஃபுளோயத்திலும் அல்லது ஒரே இனத்தில் இரு திசுவகைகளிலும் காணப்படும். தடுப்புற்ற நார்செல்கள் புரோட்டோபிளாஸத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட நிலை வரை அதாவது குறைந்தது தடுப்புகளுண்டாகின்ற வரையிலாவது அல்லது சில வேளைகளில், அதற்கப்பாற்பட்ட நிலைகளிலும் பெற்றிருந்து, பின்னர், எண்ணெய்ப் பொருட்கள் ரெஸின் படிகங்கள் முதலியவைகளைச் சேமித்து வைத்துக் கொள்ளக்கூடிய திசுவாக செயல் புரிகின்றது. சில வேளைகளில், தடுப்புகளற்ற நார் செல்களும், உயிருற்றவைகளாக இருந்து, குறிப்பாக சாற்றுக் கட்டைப் பகுதியிலிருப்பவைகள் (sap wood) இதே செயலைச் செய்வதுண்டு. இந்த வகையில், உயிருற்ற நார்செல்கள் பாரங்கைமா செல்களை ஒத்திருக்கின்றன. பரிணும அடிப்படையில் இவ்வகை நார்செல்கள் மற்ற வகைகளைவிட மிகவும் முன்னேற்றமும், உன்னத நிலையையும் அடைந்தவைகளாகக் கருதப்படுகின்றன

திசு வரலாறு (Phylogeny of tissue) : நார்த்திசுக்கள் வரலாற்றின்படியும், பரிணும அடிப்படையின்படையும் ஆராய்ந்து பார்க்குங்கால், இவைகள் செலுத்தலையும் (conduction) வலிவையும் (mechanical support) கொடுக்கக்கூடிய இருவகையான செயல்களை ஒருமித்து செய்துவந்த டிரக்கீட்களிலிந்து உண்டானவைகள் என்பதாக முன்னரே அறிந்தோம். டிரக்கீட்கள் கீழ்க்காணும் பரிணும மாற்றங்களையும், அவைகளின் விளைவாக முன்னேற்றங்களை படிப்படியாக அடைந்து வந்திருப்பதாகவும் கூறப்படுகிறது. முதன் முதலில் டிரக்கீட்கள் சராசரி நீள அளவு குறைந்து கொண்டு வந்திருக்கின்றது. இரண்டாவதாக செல்லுறைகளின் தடிப்புத் தன்மை அதிகரித்துக்கொண்டு வந்து இருக்கின்றது. இறுதியாக வரைப்பட்ட குழிகளின் வரை குறைந்து கொண்டும், குழிகள் உரு மாற்றம் பெற்றும், உள்துளைகள் கீரல் போன்ற வடிவத்தை அடைந்தும் வந்து இருக்கின்றன (படங்கள் 4.5;4.11). இந்த மூன்று வகை பரிணும மாற்றங்களுக்கும் மேலாக, வேறு ஒருவகை மாற்றம் ஏற்பட்டிருப்பதின் விளைவாக வரைபட்டகுழி, எளிய குழியாக மாறி வந்து இருக்கின்றது. பொதுவாக நார்செல்களை வகைப்படுத்துவது என்பது எளிதான செயலன்று. ஆனுல், நடை முறையில் இவைகளின் குழி வகைகளின் தன்மையைப் பொருத்து ஓரளவிற்கு பாகுபடுத்தமுடியும். எடுத்துக்காட்டாக, டிரக்கீட்களில் வரையுற்ற

குழிகள் வட்டவடிவமாகவும், நார் டிரக்கீட்டு செல்களை (fiber-tracheids), டிரக்கீட்களுடன்ப் ஒப்பிட்டு பார்க்கும்பொழுது அவை களின் வரை குழிகள் குறைந்தும், இறுதியில் லிப்ரிஃபாம் நார் செல்களில் எளியதாகவோ அல்லது ஏறக்குறைய அத்தன்மையினதாகவோ இருக்கின்றன (படம் 4.5 ஐ 11.7 உடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கவும்). வரலாற்றின் அடிப்படையில், டிரக்கீட்களிலிருந்து நார் செல்கள் தோன்றும்பொழுது, குறிப்பாக அவை களின் சராசரி நீளம் குறைந்து கொண்டே வந்திருக்கின்றதென்று அறிந்தோம். ஆனால் ஒரு இனத்தின் செகண்டரி ஸைலத்திலுள்ள டிரக்கீட்டுகளின் சராசரி நீளத்தை, நார் செல் வகைகளின் சராசரி நீளத்தோடு ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் மேற்கூறப்பட்ட திசுவரலாற்று அடிப்படையில் கண்ட முடிவுக்கு முற்றிலும் மாறுபட்ட ஒரு உண்மை தெரிய வருகின்றது. எப்படியென்றால், ஒரு மரத்தின் செகண்டரி ஸைலம் வளர்ச்சி பெறும்பொழுது, நார் செல்கள் டிரக்கீட்டுகளை விட அதிக அளவு நுனி வளர்ச்சி அல்லது நுழைவு வளர்ச்கி பெறுவதின் காரணமாக அவைகள் பன்மடங்கு அதிகமாக நீண்டு விடுகின்றன. இதனை வளர்ச்சியின் நீட்சி (ontogenetic elongation) என்றும், திசுவரலாற்றின்படி ஏற்படுகின்ற குறைவை வரலாற்றினால் குறைவுறுதல் (phylogenetic reduction) என்றும் கூறுகின்றார்கள்.

**நார்த் திசுக்களின் வளர்ச்சி முறை (Development of fibers) :** மேற்கூறியவாறு, நார்த்திசுக்கள் பல வகையான மூலங்களி லிருந்து உண்டாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஸைலம், ஃபுளோ யத்திலிருக்கின்ற நார் செல்கள் அல்லது திசுக்கள் புரோக்கேம்பியம், கேம்பியம் என்ற ஆக்குத்திசுவினால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. மேலும், இது ஆதார ஆக்குத்திசு (ground meristem)லிலிருந்தும் உண்டாகலாம். வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளில் (vascular bundles) குறிப்பாக ஒரு விதையிலை இனங்களைச் சார்ந்தவைகளில் ஸ்கிலரங்கைமா உறைகள் ஒரு பக்கத்திலோ அல்லது இரு பக்கங் களிலோ அல்லது அவைகளை முன்னிலும் சூழ்ந்தோ ஏற்பட்டிருக்கு மானால், அவைகள் ஓரளவிற்கு புரோக்கேம்பியத்திலிருந்தும் மற்றொரு அளவிற்கு, ஆதார ஆக்குத்திசுவிலிருந்தும் உண்டானவை களாக இருக்கலாம். குறிப்பிட்ட சில இனங்களில் எடுத்துக் காட் டாக ஸிப்பிரேஸி (Cyperaceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்தவற்றில் புரோட்டோடெர்மிலிருந்தும் (protoderm) உண்டாக்கப்படு கின்றன. மேலே கூறப்பட்ட வழிகளில் நார்த்திசுக்கள் உண்டான போதிலும் குறிப்பாக ஒரு உண்மையைத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். உதாரணமாக, பிரைமரி நார் செல்களும், செகண்டரி நார் செல்களும், அவைகள் வளர்ந்து முதிர்ச்சியடைகின்ற




படம் 10.9. ஸிப்பருனு பிஃபிடா (Siparuna bifida) நார்-டிரக்கீட்டின் (பதப்படுத்தப்பட்ட) குறுக்கு வெட்டு ( X 1666) (செ2 இடை செகண்டரி செல்லுறை அடுக்கில் ஆரப்போக்கில் அமைந்திருக்கின்ற மிக்ரோ ஃபைப்ரில்களின் தோற்றம்).

படம் 10.10. தெத்ராமெரிஸ்தா கிலேப்ரா (Tetramerista glabra) நார்-டிரக்கீட்டின் (பதப்படுத்தப்பட்ட) குறுக்கு வெட்டு (X 1669). (செ2. இடை செகண்டரி செல்லுறை அடுக்கில் சூழ் வட்ட முறையில் மிக்ரோஃபைப்ரில்களின் தோற்றம்).

செ.1 வெளி செகண்டரி செல்லுறை.

செ.2 இடை செகண்டரி செல்லுறை.

செ.3 உள் செகண்டரி செல்லுறை.

செ.அ. செல் அறை.

முறையில் மாறுபடுகின்றன. பிரைமரி நார் ஸெல்கள் ஒரு உறுப்பின் நீளும் வளர்ச்சி முடிவடைதற்கு முன்பாக ஏற்பட்டு விடுவதினுல், அவைகளைச் சூழ்ந்திருக்கும் ஏனைய ஸெல்கள் விரிதலடைந்து வளர்ந்து கொண்டு வரும்போது இவைகளும் அவற்றுடன் ஒத்த வளர்ச்சி (symplastic growth) நுழைவு வளர்ச்சி (intrusive growth) சரிவு வளர்ச்சி (gliding or sliding growth) முதலியவைகளினுல் வளர்ச்சி அடைகின்றமையால் இவைகளின் சராசரி நீளம் பன்மடங்கு அதிகமாகின்றது. அதே சமயத்தில் ஸெகண்டரி நார் ஸெல்கள், உறுப்புக்கள் நீளும் வளர்ச்சி அடையாத பாகங்களில் காணப்படுவதால் அவைகளில் நுழைவு வளர்ச்சி மட்டும் பெரும்பாலும் ஏற்படுகின்றது. இவைகளின் சராசரி நீளம் பிரைமரி நார்ஸெல்களின் நீளத்தைவிட பன்மடங்கு குறைவாகத் தோன்றுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ரேமி (Ramie) என்று சொல்லப்படுகின்ற பொஹ்மீரியா நீவியா (Boehmeria nivea) என்ற இனத்தின் ஃபுளோயம் நார் ஸெல்களில் பிரைமரி நார் ஸெல்களின் சராசரி நீளம் 164.5 மி.மீ. ஆகவும், ஸெகண்டரி ஃபுளோயம், நார் ஸெல்களின் நீளம் 15.5 மி.மீ ஆகவும் கணக்கிடப்பட்டிருப்பதிலிருந்து மேற்கூறியதன் உண்மை நன்கு விளங்கும்.

ஸைலம் இணையா நார் ஸெல்கள் வளர்ந்து முதிர்ச்சியடைந்து கொண்டு வரும்பொழுது, அவைகளில் ஸெல் பிரிதல்களேற்படுவது நின்று விடுகின்றன. ஆனுல், நூக்ளியஸ் மாத்திரம் தொடர்ந்து பிரிந்து அதனுல் பல நூக்ளியஸ்கள் உண்டாகின்றன. குறிப்பாக இந்த வகை வளர்ச்சி மிகுதியான நீளத்தைப் பெற்று இருக்கின்ற பிரைமரி நார் ஸெல்களில் ஏற்படுவதாகக் கூறப்பட்டுள்ளது. ஆனுல் அதே இனத்தின் ஸெகண்டரி நார் ஸெல்களில் ஒரே ஒரு நூக்ளியஸ் மட்டுமே காணப்படுகிறது. இப்பொழுது நார் ஸெல்களில் எவ்வாறு ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகள் உண்டாகின்றன என்பதைக் குறித்து பார்ப்போம். ஒரு நார் ஸெல்லின் வளர்ச்சி வரலாற்றில் குறிப்பாக ஒரு பிரைமரி நார் ஸெல்லாக இருக்கும் பொழுது அதன் வளர்ச்சி தொடர்ந்து நீடித்து ஏற்பட்டுக்கொண்டிருப்பதற்கு தக்கவாறு, அதனுடைய உள்ளமைப்பும், மிகவும் சிக்கலானதாக அமைந்துள்ளது. ஒரு நார் ஸெல்லின் வளர்ச்சியின் தொடக்கத்தில் பிரைமரி ஸெல்லுறை உண்டாகி அதன் விளைவாக பரப்பு அதிகரிக்கின்றது. இந்நிலைக்குப் பிறகு, ஸெகண்டரி ஸெல்லுறை தோன்றுவது ஆரம்பமாகின்றது. பிரைமரி ஸெல்லுறையைப் பெற்று ஒத்த வளர்ச்சியின் மூலம் வளர்கின்றபொழுது, அதனுடைய ஸெல்லுறை மெல்லியதாக இருக்கின்றது. இதன் பிறகு நுனி வளர்ச்சி (apical growth) ஏற்படுகின்றது. அப்பொழுது நார் ஸெல்லின் வளர்ந்து வருகின்ற பாகம் மட்டும் மெல்லிய

தாகவும், பரப்பு வளர்ச்சி முடிந்து நின்றுவிட்ட அதன் மைய பாகத்தையடுத்து உட்புறமாக ஸெகண்டரி ஸெல்லுறை உண்டாகின்றது. ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகள் தோன்ற ஆரம்பித்தவுடன் அவைகள் பல அடுக்குகளாகவும், ஒவ்வொரு அடுக்கும் பார்ப்பதற்கு சிறு குழாய் போன்று ஒன்றுக்குள் ஒன்ருக அமைந்து தோன்றுகின்றன:(படம் 10.7). இந்த குழாய்போன்ற அடுக்குகள் ஸெல்லின் கீழ் பகுதியிலிருந்து மேல் பகுதியை நோக்கி உண்டாகின்றன. தொடக்கத்தில் வளர்ச்சி மேலும் கீழுமாக இரு நுனி பகுதிகளை நோக்கி ஏற்பட்டபோதிலும், ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் கீழ்ப்பகுதியிலேற்பட்டு வருகின்ற வளர்ச்சி நின்று விடுகின்றது. இந்தக் கீழ்ப்பகுதி ஏற்கெனவே முதிர்ச்சியடைந்து கொண்டிருக்கின்ற திசுக்களில் புதைந்திருப்பதினுலும், மேல் பகுதி மட்டும் இன்னும் வளர்ச்சியேற்பட்டுக் கொண்டிருக்கின்ற பாகங்களில் அமைந்திருப்பதினுலும், இந்த பாகம் மட்டும் மேல் நோக்கி நீண்டு கொண்டிருக்க வேண்டிய சூழ்நிலையிலிருக்கின்றது. இவ்வாறு பல தெளிவான (hyaline) குழாய்கள் தொடர்ந்து ஒன்றுக்குப் பின் ஒன்ருக அடுத்தடுத்து உட்புறமாக உண்டாகின்றன. இவைகளில் முதன் முதலாக உண்டான குழாய் போன்ற அமைப்புகளின் பின்னுல் தோன்றியவைகளின் நீளத்தைவிட, அதிகமாக காணப்படுகின்றது (படம் 10.7). ஒரு ஸெல்லின் வளர்ச்சி நின்ற பிறகு மேற்கூறியபடி உட்புறம் நோக்கி தோன்றுகின்ற ஸெல்லுறைகளில் சில நுனிப்பாகத்தை அடைந்தும், வேறு சில ஏதாவதொரு நிலையில் மேற்கொண்டு வளராமல் நின்றும், சில சமயங்களில் விடுபட்டவைகளுக்கு மேற்புறமாக புதிதாக சில உறைகளுண்டாகியும், ஸெல்லுறைகள் தடிப்பு ஸெல்லின் மேற்புறத்தில் முடிவுற்றுமிருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகள் படிவது அந்த ஸெல்லின் நீளும் வளர்ச்சி நின்ற பிறகும் கூடத் தொடர்ந்து ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும். மேலே விவரிக்கப்பட்ட முறையில் பிரைமரி ஃப்ளோயம் நார் ஸெல்லில் ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகள் உண்டாகும்பொழுது அவைகளைக் குறித்து ஒரு குறிப்பிடத் தக்க சிறப்பியல்பு ஒன்று தெரியவருகின்றது. இந்த வகை நார் ஸெல்களை முதிர்ச்சியுற்ற நிலையில் குறுக்கு வெட்டில் பார்த்தால் ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகள் பிரைமரி ஸெல்லுறையிலிருந்து பிரிவுற்றும், மடிவுற்றும் பல அடுக்குகளாக வெளிப்படுகின்றன. இவ்வகையிலுண்டாகின்ற ஸெல்லுறை அடுக்குகளையும், மடிப்புகளையும் செயற்கை விளைவுகள் (artefacts) என்று கொண்டபோதிலும், ஸெல்லுறை அடுக்குகள் எல்லாம் உண்டாகும்பொழுது தளர்ச்சியுற்ற, விடுபட்ட நிலையிலிருக்கின்றன என்ற உண்மை இதிலிருந்து தெரிகின்றது. மேலும், ஒரு நார் ஸெல் தோன்றி மேற்கொண்டு வளர்ச்சியில் ஈடுபடும்பொழுது ஒத்த

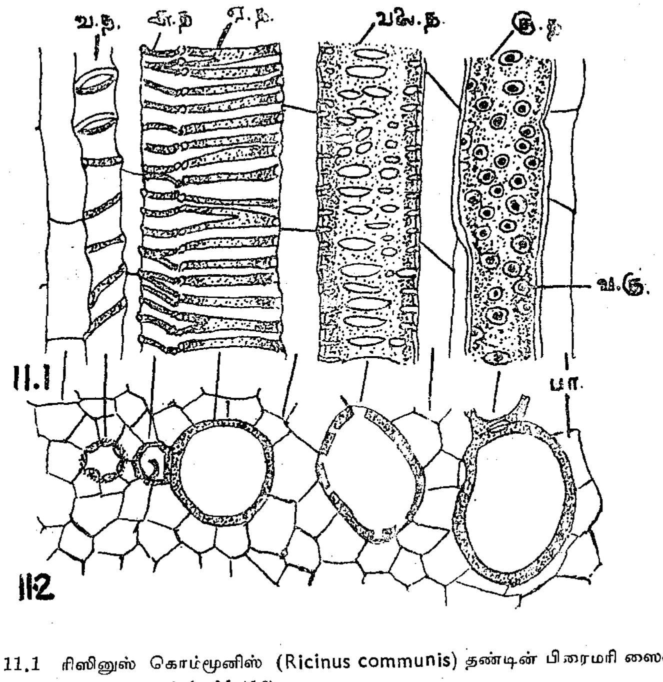
(symplastic) நுழைவு அல்லது இடைப்பட்ட வளர்ச்சி (intrusive or interpositional growth), சரிவு வளர்ச்சி (gliding or sliding growth), முதலான மூன்று முறைகளும், வெவ்வேறு அளவிலும், வளர்ச்சி நிலைகளிலும், ஏற்படுகின்றன என்ற கொள்கை நம்பப் பட்டு வருகின்றது. ஆதலால், இவைகளில் ஏதாவது ஒரு குறிப் பிட்ட வளர்ச்சி முறை தான் நார் செல்களின் வளர்ச்சிக்குரிய காரணம் என்று உறுதியாகவும், இறுதியாகவும் கூற முடிவதில்லை.

# 11. ஸைலம் (Xylem)

## (அ) செகண்டரி ஸைலம் (Secondary xylem)

இலக்கணமும், வரையறையும் : செகண்டரி ஸைலம் என்பது பிரைமரி ஸைலத்தைப் போலல்லாமல், கேம்பியம் (cambium) என்ற முக்கியமான செகண்டரி ஆக்குத்திசு (secondary meristem)விலிருந்து உண்டாகின்றது. ஆனால், பிரைமரி ஸைலமோ (primary xylem), புரோக்கேம்பியம் (procambium) என்ற பிரைமரி ஆக்குத்திசுவிலிருந்து (primary meristem) உண்டாகின்றது. இந்த இருவகையான திசுக்களும், அவையவைகளின் தோற்றங்களை (origin)ப் பொருத்தமட்டில் முற்றிலும் வேறுபடுவதோடல்லாமல், வேறு சில இயல்புகளைப் பொருத்தும் ஒன்றுக்கொன்று வேறுபட்டிருப்பதையும் பார்க்கலாம். குறிப்பிட்டுக் கூறவேண்டுமானால், இவைகளிரண்டிற்கும் உள்ள வேறுபாடுகள், அவைகள் தோன்றுகின்ற காலம், அமைந்திருக்கின்ற இடம், உறுப்புக்கள், உள்ளமைப்புகள், செல்லுறை சம்பந்தப்பட்ட இயல்புகள், செயல்கள், செயல்படுகின்ற காலஅளவு, அமைவுமுறை, உள்ளடங்கியிருக்கின்ற திசுவகைகள் (tissue components), செல்லுறைக் குழிகள், குழி அமைவுகள் (pits and pittings) முதலியவைகளைப் பொருத்துக் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய இயல்புகளின் வேறுபாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு செகண்டரி ஸைலத்தை பிரைமரி ஸைலத்திலிருந்து எளிதில் பிரித்தறிந்து கொள்ளலாம். எப்படியிருந்தபோதிலும் செகண்டரி ஸைலமும், பிரைமரி ஸைலமும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட திசு வகைகளை முறையே பெற்றிருக்கின்ற காரணத்தினால் அவைகளைக் கூட்டுத்திசு (complex tissue) என்று அழைக்கின்றார்கள். சுருங்கக் கூறின், செகண்டரி ஸைலம் என்பது செகண்டரி ஆக்குத்திசுக்களில் ஒன்றாகிய வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தினால் (vascular cambium) தோற்றுவிக்கப்படுகின்ற ஒரு கூட்டுத்திசு என்றும், பிரைமரி ஸைலத்திலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்ட இயல்புகளையுடைய ஒருவகைத் திசு என்றும் கொள்ளல் வேண்டும்.

கூட்டு அமைவு (Organization): கேம்பியத்தில் பூசிஃபாம் தோற்றுவிகள் (fusiform initials), ரே தோற்றுவிகள் (ray initials) என்று இருவகையான தோற்றுவிகள் இருக்கின்றன. இவைகள் செயல்படுகின்ற காரணத்தினால் செகண்டரி ஸைலம் உண்டாக்கப் படுகின்றது. ஒவ்வொரு செகண்டரி ஸைலத்தையும், அதிலடங்கி யிருக்கின்ற திசு வகைகளின் அமைப்போட்டத்தின் அடிப்படையில் இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். செகண்டரி ஸைலத்திலுள்ள பெரும் பாலான திசு வகைகள் செடிகளின் உறுப்புக்களில் உயரம் அல்லது நீளப் போக்கில் (longitudinal) அமைந்திருக்கின்றன. இந்த முறை யில் அமைந்திருக்கின்ற திசு வகைகளின் அமைவை உயரப் போக்க மைவு (longitudinal or vertical system) என்று கூறலாம். உயரப் போக்கமைப்பில் உள்ள திசு வகைகளின் செல்களெல்லாம் அகலம்



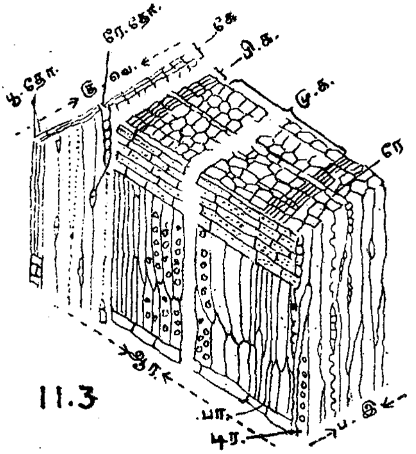

படம் 11.1 ரிஸினுஸ் கொம்மூனிஸ் (Ricinus communis) தண்டின் பிரைமரி ஸைலம். நீளப்போக்குத் தோற்றம் ( X 416).

படம் 11.2. ரிஸினுஸ் கொம்மூனிஸ் (Ricinus communis) இளந்தண்டின் குறுக்கு வெட்டு ( X 416).

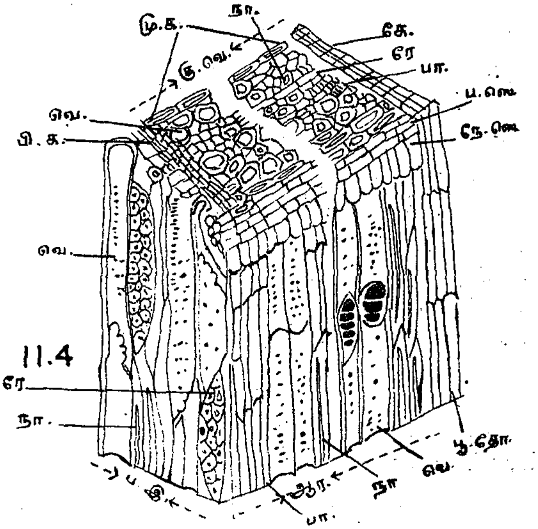
வ.த. வளையத் தடிப்புற்ற டிரக்கியரி செல்; சு.த. சுருள் தடிப்புற்ற டிரக்கியரி செல்; ஏ.த. ஏணித் தடிப்புற்ற டிரக்கியரி செல்; வலை. த. பின்னல் தடிப்புற்ற டிரக்கியரி செல்; கு. த. குழியுற்ற டிரக்கியரி செல்; வ.கு. வரையுற்ற குழி; பா. பாரங்கைமா.

அல்லது ஆரப்போக்கு அளவை விட (width or radial dimension), நீளம் அல்லது உயரப் போக்களவு (length or vertical dimension), எப்பொழுதும் பல மடங்கு அதிகமாகப் பெற்றிருப்பதைப் பார்க்க லாம். உயரப்போக்கு அமைப்பிலுள்ளவைகளைக் கூர்ந்து பார்க்கும்போது, அவைகள் முறையே, வெஸல்கள் (vessels), டிரக் கீட்கள் (tracheids), நார்த்திசு (fibers), சைலம் அல்லது ஆக்ஸியல் பாரங்கைமா (xylem or axial parenchyma) முதலியன வாக இருப்பதை அறியலாம். இந்தத் திசு வகைகள் பொதுவாக, எல்லா இனங்களிலும், அல்லது மரத்தன்மையைப் பெற்றுள்ள (woodiness) இனங்களிலெல்லாம் காணலாம். வேறு சில குறிப் பிட்ட இனங்களில், மேற்கூறப்பட்ட உயரப்போக்குத் திசுக்கள் மட்டுமின்றி, வேறு சில தனிப்பட்ட திசுவகைகளும் (special tissues) காணப்படுவதுண்டு. உதாரணமாக, கோனிஃபர்களில் (Conifers) அவைகளுக்குரிய உயரப்போக்குத் திசு வகைகளுடன் உயரப்போக்கு ரெஸின் குழாய்களும் (resin canals) சேர்ந்து காணப்படுகின்றன. உயரப்போக்குத் திசுவிற்கு நேர் மாருக, செகண்டரி சைலத்தில் மற்ருெரு திசு வகை காணப்படுகின்றது. இத்திசுவிற்கு ரே திசு (ray tissue), என்று பெயர் (படங்கள் 11.3; 11.4). ரே திசு உறுப்புக்களின் ஆரப்போக்கிலோ (radial) அல்லது படர்க்கையிலோ (horizontal) அமைந்திருக்கின்ற காரணத்திஞல், இது செகண்டரி சைலத்தில் ஆரப்போக்கமைவாக (radial system) அல்லது படர்க்கை அமைவாக (horizontal system) காணப்படுகின்றது (படங்கள் 11.3; 11.4). ஆகவே, ஏதாவதொரு செகண்டரி சைலத்தை ஆராய்ந்து பார்ப்போமாஞல், அதில் மேற்கூறியவாறு திசு வகைகள் இரு அமைவு முறைகளுடன் அமைந் திருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

மேற்கூறப்பட்ட இருமுறைகளில் செகண்டரி சைலத்தின் திசு வகைகள் அமைந்திருக்கின்ற காரணத்திஞல், அதைக் குறித்து நன்கு ஆராய்ந்து புரிந்து கொள்வதற்கு குறிப்பிட்ட சில வகை களிலும், போக்கிலும் வெட்டிப் பார்த்து அறிந்து கொள்வது மிகவும் அவசியமாகின்றது. உதாரணமாக, பெரும்பாலான திசுக் கள் உயரப் போக்கமைப்பில் இருப்பதால் அவைகளின் இயல்பு களைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வதற்கு செகண்டரி சைலத்தைக் குறுக்கில் (transverse) வெட்டிப் பார்க்கும்போது, சில வகையான இயல்புகளும், ஆரப்போக்கு-உயரப்போக்கில் (radial-longitudinal) வெட்டிப் பார்க்கும்போது, வேறு சில இயல்புகளும், இன்னும் பரிதிக்கு இணைப் போக்கில் (tangential) வெட்டிப் பார்க்கும்போது, முன்னிரண்டு முறைகளிலும் வெளிப்படாத வேறு சில இயல்பு களும் தெரிய வருகின்றன. வேறு வகையில் கூறப்போஞல்,




11.3




11.4

படம் 11.3. தூயா ஒக்ஸிடெண்தாலிஸ் (Thuya occidentalis) ஆர, பரிதிக்கு இணைப் போக்கு, குறுக்கு வெட்டுகளில் காணப்படுகின்ற ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் அமைப்பு. விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படம் 11.4. லீரியோடெண்ட்ரான் துலிப்பிஃபெரா (Liriodendron tulipifera) ஆர, பரிதிக்கு இணைப்போக்கு, குறுக்கு வெட்டுகளில் காணப்படுகின்ற ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் அமைப்பு. விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

பூ.தோ. பூசிஃபாம் தோற்றுவிகள்; ரே. தோ. ரே தோற்றுவிகள்; கு.வெ. குறுக்கு வெட்டு; ஆர. ஆரப்போக்கு வெட்டு; ப.இ. பரிதிக்கு இணைப்போக்கு வெட்டு; பி.க. பிற்பட்ட கட்டை; மு.க. முற்பட்ட கட்டை; ரே. ரே திசு; பா. பாரங்கைமா; டிர. டிரக்கீட்; நா. நார்த்திசு; வெ. வெஸல்; கே. கேம்பியம்; ப.ஸெ. படர்க்கை ஸெல்; நே.ஸெ. நேர் ஸெல்.

குறுக்கு வெட்டின் மூலம் உயரப் போக்கில் அமைந்திருக்கின்ற திசு வகைகளினிடையே உள்ள தொடர்பும், சம்பந்தமும், செல் லுறைகளின் தடிப்புத்தன்மை (thickness), குழிகளின் உள்ள மைப்பு போன்ற இயல்புகளும், செல்களின் குறுக்களவும், வளர்ச்சி வட்டங்கள் இருந்தால், அவைகளின் தன்மையும், துவாரங்கள் பரவியிருக்கின்ற முறையும் (pore distribution) (ஒவ்வொரு துவாரமும் ஒரு வெஸலை குறுக்கு வெட்டில் குறிப்பதாகும்), அளவு விகிதமும், ஸைலம் பாரங்கைமாவின் வகைகள், அவை பரவியிருக் கின்ற முறை, அளவு போன்ற உண்மைகளையும் தெரிந்து கொள்ள லாம். இதுபோல், ஒரு செகண்டரி ஸைலத்தை ஆரப்போக்கு-உயரப்போக்கில் வெட்டிப் பார்க்கும்போது, செல்லுறைகளின் தடிப்புத்தன்மை தெரிவதுடன், குறிப்பாக படர்க்கையில் அல்லது ஆரப்போக்கில் அமைந்திருக்கின்ற ரே திசுவைக் குறித்து நன்கு புரிந்து கொள்ள முடியும். இதனால், இதனுடைய உள்ளமைப்புக் களையும், உட்பொருள்களையும், அதில் அடங்கியிருக்கின்ற திசு வகைகள், ஒன்றுக் கொன்று இணைந்திருக்கின்ற முறை, ரே-வெஸல் கள் இவைகளுக்கிடையேயுள்ள குழி அமைப்புக்களின் இயல்புகள் ஆகியவைகளையும் நன்கு தெரிந்து கொள்ள முடிகின்றது. மேலும், ஸைலம் பாரங்கைமா திசுக்களின் உயரப்போக்கில் காணப்படு கின்ற சில வகை குறிப்புகளும், வெஸல்களின் பக்க உறைகளில் காணப்படுகின்ற குழிவகைகள், அமைவு முறை, நுனித்திறவு வகைகள் முதலியவைகளைக் குறித்தும் தெரிந்து கொள்ளக்கூடிய வாய்ப்பு ஏற்படுகின்றது (படங்கள் 11.3;11.4). இதுபோல், செகண்டரி ஸைலத்தின் பரிதிக்கு இணைப்போக்கு வெட்டில் ரே திசுவின் இயற்கையான படர்க்கை அல்லது ஆரப்போக்கு அமைப்பின் காரணமாக, ரே திசு முழுதும் குறுக்கில் வெட்டப்படு கின்றது. இதன் வாயிலாக, ரே திசுவின் வகைகளையும், அவை களின் உயரம், அகலம் போன்ற அளவுத் தன்மைகளும் (quantitative features), உள்ளடக்கப் பொருள்களும் (inclusions), செல் லுறைத் தடிப்புத்தன்மையும், பரவியிருக்கின்ற முறை, அளவு விகிதம் முதலியனவும் தெரிய வருகின்றன.

செகண்டரி ஸைலத்தில் பொதுவாக கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ள திசுக்களடங்கியிருக்கின்றன. அவைகளாவன: வெஸல் (vessel), அல்லது டிரக்கீட்கள் (tracheids), நார்த்திசு (fibers). நார்த்திசு- டிரக்கீட்கள் (fiber-tracheids), ஸைலம் பாரங்கைமா (xylem parenchyma)அல்லது ஆக்ஸியல் பாரங்கைமா (axial parenchyma) ரே திசு (ray tissue) முதலியனவாகும். ஏறக்குறைய ஒரு நூறு சிற்றினங்களின் செகண்டரி ஸைலத்தில் மாத்திரம், ஆஞ்ஜி யோஸ்பர்ம்களில் பொதுவாக காணப்படுகின்ற வெஸெல்களுக்குப்

பதிலாக டிரக்கீட்கள் அவைகளின் எல்லா உறுப்புக்களிலும் தோன்றியிருக்கின்றன. இந்த வகை டிரக்கீட்சள் அடங்கிய ஸெகண்டரி ஸைலத்தைப் பெற்றுள்ள தாவர இனங்களை இன வரலாற்றின்படி (phylogeny) ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது, இவை கள் மற்ற எல்லாவகை தாவர இனங்களையும் விட மிக கடை நிலை யையும் (least specialized), இதனால் புராதன நிலையையும் (primitive condition) குறிப்பவைகளென்று தகுந்த சான்றுகளுடன் கருதப்பட்டு வருகின்றன. ஏனென்றால், இப்படிப்பட்ட ஸெகண்டரி ஸைலம், புராதன தாவர இனங்களில் காணப்படுகின்ற காரணத்தி னாலும், ஃபாஸில் (fossil) தாவர இனங்களில் காணப்படுகின்ற காரணத்தினாலும், வெஸல்கள் (vessels) டிரக்கீட்களிலிருந்து உண் டாகியிருக்கக் கூடும் என்று நிரூபிக்கப்பட்ட அடிப்படை உண்மை யின் காரணமாகவும், மேற்கூறிய கருத்து ஒத்துக் கொள்ளப்பட்டி ருக்கின்றது. உதாரணமாக, விந்திரேஸி (Winteraceae), ஆம்போரல் லேஸி (Amborellaceae), த்ரோக்கோடெண்ட்ரேஸி (Trochodendraceae), தெத்ராஸென்ட்ரேஸி (Tetracentraceae)ஆகிய குடும்பங்களைச் சேர்ந்த தாவர இனங்களிலும், குளோராந்தேஸி (Chloranthaceae) குடும்பத்தைச்சார்ந்த ஸார்க்கண்டரா (Sarcandra) என்ற பேரினத் திலும், வெஸல்கள் முற்றிலுமற்று, டிரக்கீட்கள்மட்டும் பெற்றுள்ள ஸைலத்தைக் காணமுடியும். இப்பொழுது, ஸெகண்டரி ஸைலத் திலுள்ள மேற்கூறப்பட்ட திசு வகைகளைக் குறித்து விரிவாகத் தெரிந்து கொள்வோம்.

**டிரக்கீட்கள் (Tracheids) :** ஸைலம் (xylem) என்னும் சொல் ஒருவகைக் கூட்டுத்திசுவை (complex tissue) பொதுப்படையாகக் கூறுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்ற சொல்லாகும். இதற்கு டிரக்கியரி திசு (tracheary tissue) என்ற மற்றொரு பொதுப் பெயருமுண்டு. ஸைலம் அல்லது டிரக்கியரி திசு, வெஸல்களையும், அல்லது டிரக்கீட்களையும் பெற்றிருக்கலாம். இப்போது டிரக்கீட் களைக் குறித்துத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

டிரக்கீட் என்னும் சொல் ஸேனியோ (Sanio) என்பவரால் 1863-ஆம் ஆண்டில் முதன் முதலாக அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. மேலும், அவர், வெஸல்களுக்கும் டிரக்கீட்களுக்குமிடையே உள்ள ஒற்றுமை, வேற்றுமைகளை எடுத்து காட்டியிருக்கின்றார். டிரக்கீட் களுக்கும், வெஸல்களுக்குமிடையேயுள்ள அடிப்படை வேற்றுமை என்னவென்றால், முன் வகையைச் சார்ந்த ஸெல்கள் நுனி உறை திறவுகளற்றும் (படங்கள் 11.6;11.7) (imperforate) பின்வகையினு டைய ஸெல்கள் நுனித்திறவுகளைப் பெற்றும் (படங்கள் 11.5:11.8; 11.9) இருப்பதாகும். இந்த ஒரு குறிப்பிடத்தக்க அடிப்படையான

இயல்பின் வாயிலாக, இவ்விரு செல் வகைகளை ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றை எளிதில் பிரித்தறிய முடியும். இன வரலாற்றின்படி (phylogeny), டிரக்கீட்கள், வெஸல்களின் முன்னோடிகள் (forerunners) என்று கருதப்படுகின்றது. இதற்குத் தக்க சான்றுகள் பல உள்ளன. இந்தச் சான்றுகளைக் குறித்தும், எவ்வழிகளில் டிரக்கீட்களிலிருந்து வெஸல்கள், இனவழித் தோற்ற வரலாற்றின் படியும், பரிணாம அடிப்படையிலும் முதன் முதலாகத் தோன்றியிருக்க முடியும் என்பதைக் குறித்து விரிவாகப் பின்னால் தெரிந்து கொள்வோம்.

டிரக்கீட்களின் அமைப்பைப் பொருத்த மட்டில், அவை ஒவ்வொன்றும், முதிர்ச்சியடைந்த பிறகு, உயரப்போக்கில் நீண்டும், அல்லது வேறு வகையில் கூற வேண்டுமானால், அது அகலத்தை விட பன்மடங்கு நீளத்தைப் பெற்றும், சைட்டோபிளாஸத்தை இழந்தும், ஓரளவிற்கு தடிப்புற்ற செல்லுறைகளைப் பெற்றும், குறுக்கு வெட்டில் கோணங்களுடன் கூடிய பல பக்கங்களையும் உடைய ஒருவகை செல்லாகும். இந்த இயல்புகளுடன் அவைகளுக்கு நுனி உறை திறவுகளும் கிடையாது என்ற மேற்கூறப்பட்ட அடிப்படையான தன்மையையும் கூட்டிக்கொள்ள வேண்டும் (படங்கள் 11.6;11.7). இன்னும் கூறப்போனால், இவைகளுக்கு சரியான வரையறுக்கப்பட்ட நுனி உறை பாகங்கள் (end walls) என்பவைகள் கிடையாது. டிரக்கீட்களுக்கு, வெஸல்களுக்குள்ளதுபோல் (கீழ் வரும் பகுதியில் விவரம் காண்க) செகண்டரி செல்லுறைத் தடிப்புகள் (thickenings) இருக்கின்றன. உதாரணமாக, செல்லுறைத் தடிப்புகளான, வளையத்தடிப்புறைகளும் (annular thickenings) சுருள் தடிப்புறைகளும் (spiral thickenings), ஏணியொத்த தடிப்புறைகளும் (scalariform thickenings), வலை தடிப்புறைகளும் (reticulate thickenings) உண்டு. அல்லது இவைகளல்லாத குழியுற்ற செல்லுறைகளும் (pitted) காணப்படுவதுண்டு. குழியுற்ற டிரக்கீட்களில் காணப்படும் குழிகள் எப்பொழுதும் வரையுற்றதாக (bordered) இருக்கும். இந்த வரையுற்ற குழிகள் வட்ட வடிவமானதாக (படம் 11.7) இருக்கலாம். அல்லது டிரக்கீட்களுக்கு குறுக்கு அல்லது அகலப்போக்கில் நீண்டுமிருக்கலாம் (படம் 11.6) அல்லது, இந்த இரு வகைகளுமில்லாமல், இவையிரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட வடிவமான எலிப்டிக்கல் அல்லது முட்டை வடிவத்துடனும் இருக்கலாம்.

டிரக்கீட்கள் முற்போக்கடையாத தாவர இனங்களின் சைலத்திலெல்லாம் காணப்படுகின்றன. இதுமட்டுமல்லாமல், அவைகள், அந்த தாவர இனங்களின் எல்லா உறுப்புக்களிலும், தண்டின் நுனி

பாகங்களிலிருந்து வேர்களிருக தோன்றி பரவியிருக்கின்றன. புதைந்த தாவர இனத்தின் ஒரு பழம் பெரும் பிரிவாகிய ஸிலோஃபைத்தேலிஸ் (Psilophytales) என்பதிலிருந்து, ஜிம்னோஸ்பர்ம்கள் (gymnosperms) என்னும் பிரிவு வரை உள்ள, தாவர பேரினங்கள், சிற்றினங்களெல்லாம் (எஃபிட்ரா (Ephedra), வெல்வித்ஸ்க்கியா (Welwitschia), நீத்தும் (Gnetum), உதாரணங்களைத் தவிர), இந்த டிரக்கீட்கள் அவைகளின் எல்லா உறுப்புக்களிலும் உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். அதே சமயத்தில், உயரினத்தைச் சார்ந்த, ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களில் (Angiosperms) எல்லாம் டிரக்கீட்கள் முற்றிலும் அற்ருே அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட குறைந்த அளவிற்கு வெஸல்களுடன் கலந்தோ அல்லது, மாறுபட்ட நிலைகளிலோ வெஸல்களுடன் வெவ்வேறு அளவில் கலந்து, தாவர இனங்களின் முற்போக்கு அல்லது முன்னேற்றத் தன்மைக்கு தகுந்தவாறு காணப்படும். முன் கூறியபடி, ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களில், ஏறக்குறைய நூறு சிற்றினங்களில் மட்டும் (உயர்ந்த வகை இனத்தைச் சேர்ந்ததாக இருந்த போதிலும்) பொதுவாக அவைகளில் எதிர்பார்க்கக் கூடிய வெஸல்களுக்குப் பதிலாக, அவைகளின் பிரைமரி, ஸெகண்டரி சைலங்களிலும், எல்லா உறுப்புக்களிலும், எப்பொழுதும் டிரக்கீட்கள் அமைந்து உள்ளதைப் பார்க்கலாம்.

வெஸல் (Vessel): இன வரலாற்றின்படி, வெஸல், டிரக்கீட்களைவிட முற்போக்கு (advanced) நிலையடைந்ததும், செலுத்தும் செயலில் ஈடுபடுகின்றதுமான ஒரு முக்கிய திசுவாகும். இவைகளை டிரக்கீட்களுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது, வெஸல்கள் ஒவ்வொன்றிலும் நுனித் தடுப்புறை பாகத்தில் திறவைப் (perforation) பெற்றிருக்கும். நுனித் தடுப்புறை, திறவுகளைப் பெற்றிருக்கின்ற காரணத்தினுல், அந்த பகுதிக்கு நுனித் தடுப்புறைத் திறவு (end wall perforation) என்று பெயர் (படங்கள் 11.5; 11.8;11.9). இந்தத் திறவுகள், வெஸல்களில் வெவ்வேறு அளவில் ஏற்பட்டிருக்கின்ற முற்போக்குத் தன்மையைப் பொருத்து வெவ்வேறு வகையினதாக அமைந்திருக்கின்றன. உதாரணமாக, மிகவும் முற்போக்கு அல்லது முன்னேற்றத்தை அடைந்திருக்கின்ற வெஸல்களின் நுனித் திறவுகள், ஒவ்வொரு நுனித் தடுப்புறைபாகத்தில் ஒரே ஒரு திறவைப் பெற்றிருக்கும். இப்படிப்பட்ட நிலை, எளிய திறவு தட்டு (simple perforation plate) என்று அழைக்கப்படுகின்றது (படம் 11.5). இதற்கு மாருக, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட திறவுகளடங்கிய நுனித் தடுப்புறை பாகம் பல திறவு தட்டு (multiple perforation plate) என்று கூறப்படுகின்றது (படம் 11.5). இந்த பல திறவு தட்டுக்களைப் பெற்றுள்ள வெஸல்களை அதனதன் முற்போக்கு அல்லது முன்னேற்றத்திற்குத் தக்கவாறு, திறவுகளின்

எண்ணிக்கை குறைந்தோ அல்லது அதிகமாகவோ அல்லது இடைப்பட்ட நிலையிலோ (எண்ணிக்கையின் அளவைப் பொருத்து) காணப்படும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்டு பல திறவுகளிருக்கும் பொழுது, திறவுகள் ஒவ்வொன்றும் குறுக்கில் பட்டை போன்ற தடுப்பு களினுல் பிரிக்கப்பட்டு, அவை பார்ப்பதற்கு ஏணியில் காணப்படு கின்ற குறுக்குச் சட்டங்களைப் போன்ற தோற்றத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. இதன் காரணமாக, இந்த நுனி உறை திறவுகள் ஏணித்திறவுகள் (scalariform perforations) என்று கூறப்படுகின்றன (படம் 11.5). ஒரு வெஸல் மிக குறைந்த அளவு முற்போக்கு அல்லது முன்னேற்றத்தை அடைந்திருந்தால், அப் பொழுது அதனுடைய ஒவ்வொரு நுனி உறை பாகத்தில் காணப் படும் திறவுகள் ஐம்பது முதல் நூறுக்கு மேற்பட்டுக் காணப்படும். மற்ருெரு வகையான நுனி உறை திறவை சில குறிப்பிட்ட இனங் களின் வெஸல்களில் காணலாம். இவைகளின் ஒவ்வொரு நுனி உறைப் பாகத்தில் காணப்படும் திறவுகள் பலவாக இருந்த போதிலும், அவைகளெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு வகை பின்னல் போன்ற அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றது (படம் 11.5). இதன் காரணமாக, இந்த நுனி உறை திறவுகள் பின்னல் திறவு (reticulate perforation) என்று கூறப்படுகின்றது. ஆனுல், இந்த பின்னல் திறவு ஒரு தனிப்பட்ட இயல்பைக் குறிப்பதாகக் கருதப்பட்ட போதிலும், இதனுடைய முற்போக்கு அல்லது முன்னேற்ற நிலை எத்தன்மை வாய்ந்தது என்று சரிவரத் தெரியவில்லை. எஃபிட்ரா (Ephedra) என்ற பேரினத்தில் மற்ருெரு வகையான நுனி உறை திறவைக் காணலாம். இதன் வெஸல்களின் நுனி உறை பாகத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வட்டவடிவமான பல திறவுகள் இருக்கின்றன. இத்திறவுகள் ஒரு ஒழுங்கான அல்லது ஒழுங்கற்ற வரிசையில் அமைந்திருக்கும் (படம் 11.8). இப்படிப்பட்ட நுனி உறை திறவுகளை ஃபொராமினேட் (foraminate) அல்லது எஃபிட்ராய்ட் (ephedroid) திறவுகளென்று அழைக்கலாம் (படம் 11.8).

வெஸல்களின் நுனி உறை பாகங்கள், மேலே விவரிக்கப்பட்ட வகைகளில் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட திறவுகளைப் பெற்றிருக்கின்றன (படம் 11.5). ஆனுல், டிரக்கீட்களின் நுனி உறை பாகத்தில் திறவுகள் இருப்பதில்லை. இவைகளிடையே வேறு பல வேற்றுமைகள் இருப்பதாகக் கூறப்பட்டபோதிலும், குறிப் பாக மேற்குறிப்பிட்ட இயல்பைக்கொண்டு, வெஸல்களை, டிரக்கீட் களிலிருந்து பிரித்தறிய முடியும். டிரக்கீட்களில் நுனி தடுப்புறை திறவுகளுக்குப் பதிலாக அவைகளின் பொதுவான பக்க உறைகளில் வரையுற்ற குழி ஜதைகள் (bordered pit-pairs) காணப்படு கின்றன. வெஸல் என்ற சொல், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஒத்த

வெஸல் பகுதிகளைப் பெற்றிருக்கின்ற கூட்டு அமைப்பைக் குறிப்பிடுவதற்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றது (படம் 11.9). இதனால், இந்த வெஸலின் மூல ஆதாரத்தை (ultimate unit) வெஸல் அங்கம் (vessel member) அல்லது வெஸல் பகுதி (vessel segment) அல்லது வெஸல் கூறு (vessel element) என்று கூறலாம். இதுபோல், டிரக்கீட் என்ற சொல்லிற்கு, பல ஒத்த ஸெல்களினாலான தொகுப்பு என்று பொருள். ஆனால், இதனுடைய மூல ஆதாரத்தைப் பிரித்துக் கூறவேண்டுமானால், அதை டிரக்கீட் அங்கம் (tracheid member) அல்லது டிரக்கீட் பகுதி (tracheid segment) அல்லது டிரக்கீட் கூறு (tracheid element) என்று கூறவேண்டும். இந்த அடிப்படையில், ஒரு வெஸல் என்பது பல வெஸல் அங்கங்கள் அல்லது பகுதிகளினால் ஆனது என்றும், மேலும், ஒவ்வொரு வெஸல் அங்கம் அல்லது பகுதி ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக அடுக்கி வைத்தாற்போல் தொடர்ச்சியுற்று, சிறு நுண் குழாய்கள் போன்று உயரப்போக்கில் அமைந்திருப்பதாகும் (படம் 11.9). சில வேளைகளில், இப்படிப்பட்ட வெஸல்களின் அமைப்பு, வெளிப்படைத் தோற்றத்தைப் பொருத்தமட்டில், அவைகள் குரல் வளைகள் போன்று காணப்படுவதினால், இவைகளுக்கு குரல் வளைகள் (trachea) என்ற பெயர் முற்காலத்தில் வழங்கப்பட்டது. வெஸல்களின் தொடர்ச்சிகளைப் (series) பொருத்த மட்டில், நீர், நுனி தடுப்பு உறை திறவுகளின் மூலமாகவும், அதே சமயத்தில், டிரக்கீட்களில் பொதுவான பக்க உறைகளில் காணப்படும் வரையுற்ற குழி ஜதைகளின் மூலமாகவும் செல்வதற்கான இயல்புகளைச் சிறப்பான முறையில் பெற்றிருக்கின்றன என்று அறிகின்றோம். சில சமயங்களில், ஒரு குறிப்பிட்ட வெஸல் தொடர்ச்சியின் (vessel series) நீளம் 2 முதல் 15 அடி இருக்கலாம் என்று சில குறிப்புகளிலிருந்து தெரியவருகின்றது. வட்ட துளைக்கட்டையைப் (ring Porous wood) பெற்றுள்ள சிற்றினங்களின் வெஸல் தொடர்ச்சியின் நீளம், மரத்தின் முழு உயரத்தின் நீளத்தைப் பெற்று இருக்கும் என்று சமீபகாலத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது.

(அ) வெஸலின் தோற்றமும், வளர்ச்சியும் (Formation and development of vessels) : எந்த ஒரு வெஸல் வகையும் தோற்ற வரலாற்றின்படி, நீண்டு உயரப்போக்கில் அமைந்திருக்கின்ற இரு வகை ஆக்குத்திசுக்களிலிருந்து தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது. இந்த வகையில், பிரைமரி ஸைலத்திலுள்ள வெஸல்கள் புரோக்கேம்பியம் (procambium) என்ற ஒரு வகை ஆக்குத்திசுவிலிருந்தும், ஸெகண்டரி ஸைத்திலுள்ள வெஸல்கள் கேம்பியத்திலுள்ள ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளிலிருந்தும் (fusiform initials) உண்டாகின்றன. எப்படியிருந்தபோதிலும், தொடக்க வெஸல்கள்

(primordial vessels) ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகளை (secondary cell walls) பெறுவதற்கு முன்பு, உயரப்போக்கில் நீண்டும் அல்லது நீளாமலும் இருக்கலாம். ஆனால், அவைகள் பொதுவாக, குறுக்கில் அல்லது அகலப்போக்கில் விரிவடைந்து காணப்படுகின்றன. இந்த வகைகளில் வளர்ச்சி ஏற்பட்ட பிறகு ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகள் தோன்றுகின்றன. ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகள் தோன்றி படிகின்ற விதம், வகை, ஒரு வெஸல் அங்கம் அல்லது பகுதியின் ஏனைய இயல்புகளைப் பொருத்து வேறுபடுகின்றது. இதன் காரணமாக, ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட வெஸல் வகையில், ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட வகையில், ஸெகண் டரி ஸெல்லுறைகள் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். இருந்தபோதிலும், திறவுகளேற்படுகின்ற பகுதிகள் இதர பகுதிகளை விட தடிப்புற்றுக் காணப்படுகின்றன. இந்த அதிக அளவு தடிப்புத்தன்மை எதிர் காலத்தில் திறவுகளுண்டாகின்ற பகுதிகளில் ஏற்படுவதற்குக் காரணம், ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகள் படிவதினால் மட்டும் அல்ல என்றும், ஆனால் அதே சமயத்தில், அந்த பகுதிகளில் இருக்கின்ற ஸெல்லிடைப்பட்ட பொருள்கள் (inter cellular substances) விரிவடைவதனால் உண்டாகின்றது என்றும் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. இந்த நிலையில், திறவுகளுண்டாக்கக் கூடிய தனிப்பட்ட பகுதிகளில், ஸெல்லுலோஸ் (cellulose) என்ற பொருள் நலிந்தும் அல்லது மெலிந்தும், ஸெல்லிடைப் பொருளான (intercellular substance) பெக்டிக் அடுக்குறை (pectic lamella) மென்மேலும் விரிவடைந்துகொண்டு செல்கின்றது (படம் 11.10), இந்தப் பகுதிகள் ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகளைப் பெருதவைகள் என்று முன்னரே தெரிந்துகொண்டோம். ஆதலால், விரிவடைந்திருக்கின்ற பிரைமரி ஸெல்லுறை பாகம் சிதைவடைந்து, அந்தப் பகுதிகளில் வெஸல் வகைகளைப் பொருத்து, அதற்கேற்ப திறவு வகைகளும் (perforation types) உண்டாகின்றன. மற்ருெரு கண்டுபிடிப்பின்படி, வெஸல்களில், நுனி உறை திறவுகள் திடீரென்று ஏற்படுவதாகவும், இதன் காரணமாக இடைப்பட்ட நிலைகளேதும் உண்டாவதில்லை என்றும் விளக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இதன்படி, ஸெல்லுறைகள் மெல்லியதாக இருக்கின்றபொழுது, அவைகள் திடீரென்று சுருங்குவதனால், தொடர்ந்து ஏற்படுகின்ற திறவுகளைச் சுற்றி, வரம்புகளும் ஏற்பட்டு, திறவுகளுண்டாகின்றன என்பதாகும். உண்மை இதுவாக இருக்க, திறவுகளுண்டாவதற்கு, அந்தப் பாகங்களில் இருக்கின்ற பிரைமரி ஸெல்லுறைகள் எந்த வகையில் சிதறி அழிந்துபடுகின்றன என்பதைக் குறித்துக் கருத்து வேற்றுமை இருப்பதுடன், இது குறித்து போதுமான ஆராய்ச்சி இதுவரையில் செய்யப்படவில்லை. ஒரு கோட்பாட்டின்படி ஸெல்லுலோஸும், ஸெல்லுலோஸ் அற்றதுமான ஸெல்லுறைகள் புரோட்டோபிளாஸத்தின் கிரியையினுல் நீக்கப்பட்டு, அதன்

காரணமாகத் திறவுகள் உண்டாகின்றன என்று கருதப்படுகின்றது மற்ெருரு கோட்பாட்டின்படி, திறவுகளுண்டாகின்ற பாகத்தி லிருக்கும் செல்லுலோஸற்ற செல்லுறை பகுதிகள் மட்டும் நீக்கப்பட்டு, செல்லுலோஸினுலான பகுதிகள், முன்னிருந்த பகுதிகளை விட்டு, திறவுகளின் வரம்புகள், அல்லது ஓரங்களுக்குத் தள்ளப்பட்டு திறவுகளுண்டாகின்றன என்று நம்பப்படுகிறது. இந்த வகை மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றவரை, வெஸல்களில் புரோட்டோபிளாஸம் நிலைத்து இருக்கின்றது. ஆனுல், புரோட்டோபிளாஸம், திறவுகளுண்டான் பிறகு சிதைவடைகின்ற தென்ற உண்மை குறிப்பிடத் தக்கதாகும்.

(ஆ) வெஸலின் பிரைமரி செல்லுறை (Primary wall of vessel) : பிரைமரி செல்லுறைகளைப் பெற்றிருக்கின்ற வெஸெல் களைக் குறுக்கு வெட்டிலும், நீளப்போக்கு வெட்டிலும் போல ரைஸ்ட் ஒளியின் மூலம் (polarized light) ஆராயும்பொழுது செல்லுறைகள் மிகப் பிரகாசமாக இருப்பதைப் பார்க்கலாம். இப்படி காணப்படுகின்ற நிகழ்ச்சிக்கு பைரிஃப்ரிஞ்ஜென்ஸ் (birefringence) என்று பெயர். இதிலிருந்து, செல்லுறையிலிருக் கின்ற செல்லுலோஸ் (cellulose), மைசெல்கள் (micelles) அல்லது மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் (microfibrils), செல்களின் குறுக்கு அச்சுக்கு (transverse axis) பெரும்பாலும் $0^{\circ}$—$16^{\circ}$ இடைப்பட்ட கோணங்களில் (angles) குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்குத் தாறுமாருக பரவியிருக்க முடியும் என்று ஊகிக்கப்படுகின்றது. இந்த உண்மை, எக்ஸ்ரேக்களின் (X-rays) உதவியைக் கொண்டும் நிரூபிக்கப் பட்டிருக்கின்றது.

சமீபகாலத்தில் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் (Electron microscope:E.M.) உதவியைக் கொண்டு பிரைமரி செல்லுறைகளை ஆராய்ந்ததின் முடிவாக மேலே கூறப்பட்ட உண்மை மேற் கொண்டு நிலை நாட்டப்பட்டிருக்கின்றது. பயன்படுத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சி முறைகள் எதுவாக இருப்பினும், பிரைமரி செல்லுறை களின் உட்புறத்தில், மைசெல்கள் அல்லது மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் செல்களின் குறுக்குப்போக்கு அச்சுக்கு இணையாகவும் (parallel), அதே சமயத்தில், செல்லுறைகளின் வெளிப்புறத்தில் காணப்படு கின்ற மைசெல்கள் அல்லது மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் குறிப்பிடத் தக்க அளவிற்கு அமைப்போட்டத்தில் மாறுபட்டிருப்பதையும் காணலாம். மைசெல்கள் அல்லது மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் எண்ணிக்கையில் எந்த அளவிற்கு தோன்றியிருந்தபோதிலும், அவைகள் எப்பொழுதும் அடுக்குற்ருே (lamellated) அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட ஒழுங்கான முறையிலோ காணப்படுவதில்லை. இதற்கு

மாறாக, அவைகளெல்லாம், ஒன்றுடன் மற்றொன்று பின்னப்பட்டு (intertangled), தாறுமாறான ஓட்டத்துடன் அமைந்திருக்கின்றன. செல்களின், குறிப்பாக, வெஸல்களின் பிரைமரி செல்லுறைகள் போலரைஸ்ட் ஒளியில் பிரகாசமாகவும், அவைகளில் அடங்கியிருக்கின்ற மைசெல்கள் அல்லது மைக்ரோஃபைப்ரில்கள் உட்புறத்தில் குறுக்கு அச்சுக்கு இணையாகவும், வெளிப்புறத்தில் சிறிது வேறுபட்ட கோணங்களில் ($0^0$—$16^0$) ஒன்றுடன் மற்றொன்று பின்னப்பட்ட நிலையிலும், அடுக்கற்ற அல்லது ஒழுங்கற்ற அமைப்பு முறையுடனும், தாறுமாறாக அமைந்திருக்கக்கூடிய இயல்புகளைப் பெற்றிருப்பதிலிருந்து அவைகளை நன்கு அறிந்து கொள்ள முடியும்.

(இ) வெஸலின் ஸெகண்டரி செல்லுறை (Secondary wall of vessel): குறுக்குப்போக்கில் வெட்டப்பட்ட ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் (secondary xylem) வெஸல்களின் செல்லுறைகளைப் போலரைஸ்ட் ஒளியின் மூலமாகப் பார்க்கும்பொழுது, பல தரப்பட்ட ஒளிநிலை (optical heterogenity) வெவ்வேறு அளவிற்கு ஏற்படுவதைப் பார்க்க முடியும். உதாரணமாக, ஸஸ்ஸாபிரஸ் (Sassafras) என்னும் பேரினத்தின் வெஸல்களைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும் பொழுது, அவைகளின் ஸெகண்டரி செல்லுறைகள் மூன்று அடுக்குகளைப் (three - layered) பெற்றிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த 3- அடுக்குற்ற செல்லுறைகளைக் கொண்ட வெஸலையோ அல்லது, டிரக்கீடையோ அல்லது, நார் செல்லையோ குறுக்குப் போக்கில் வெட்டிப் பார்க்கும்போது, வெளியிலிருந்து உட்புறமாக காணப்படுகின்ற அடுக்குகளை முறையே, ஸெ$_1$ ($S_1$) அடுக்கு என்றும், இதற்கு அடுத்திருக்கின்ற உறையை, ஸெ$_2$ ($S_2$) அடுக்கு என்றும், கடைசியாக, உட்புறமிருக்கின்ற அடுக்குறையை ஸெ$_3$ ($S_3$) அடுக்கு என்றும் குறிப்பிட்டுக் கூறப்படுகின்றன (படம் 4.6). இந்த வகையில், வெஸல்களுக்கும், டிரக்கீட்களுக்கும் ஸெகண்டரி செல்லுறை அமைப்பைப் பொருத்தமட்டில், ஒரு ஒற்றுமையைக் காண முடிகின்றது. வெஸல்களின் செல்லுறைகள் தெளிவான மூன்று அடுக்குகளைப் பெற்றிருக்கின்றபொழுது, அப்படிப்பட்ட வெஸல்களை உடைய இனத்தை முன்னேற்றம் அல்லது முற்போக்கு அடையாத நிலையில் உள்ளவைகள் என்று கருதப்படுகின்றன. இதற்கு மாறாக, வெஸல்கள் முன்னேற்றம் அல்லது முற்போக்கு அடைந்தவைகளாக இருப்பின் [யூஜினியா (Eugenia), பிராக்ஸினூஸ் (Fraxinus)], அவைகளின் செல்லுறைகளில் 3- அடுக்கு உறைகள் தெளிவாகக் காணப்படாமல் இருப்பதுடன், அவைகளெல்லாம் ஒருதரப்பட்ட ஒளிநிலையிலும், (optical homogeneity) பிரகாசத்துடனும் இருப்பதை பார்க்கலாம். மேற்கூறப்பட்ட நிலைமைகளை மேற்கொண்டு எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின்

மூலம் ஆராயும்பொழுது, கீழ்க்காணும் உண்மைகள் தெரியவரு கின்றன. 3-அடுக்கு உறைகளைக் கொண்ட வெஸல்களில் பலதரப் பட்ட ஒளி நிலையேற்படுவதற்குரிய காரணம், அவைகளில் அடங்கி யிருக்கின்ற மைசெல்கள் அல்லது மைக்ரோஃபைப்ரில்களின் சுருள் போக்கு (helical orientation) அமைப்பில் காணப்படுகின்ற மாறுபாடுகளைப் பொருத்ததாகும். இந்த வகையில், இவைகள் டிரக்கீட்களின் செல்லுறை இயல்புகளை ஒத்திருக்கின்றன. ஆனால் அதே சமயத்தில், வெஸல்களின் செல்லுறைகளில் சம அளவில் ஒரு தரப்பட்ட ஒளிநிலை ஏற்படுவதற்குரிய காரணம் சரிவரத்தெரிய வில்லை. உதாரணமாக, வெஸல்களின் செல்லுறைகள் அடுக்கற்று இருப்பதினாலும் இருக்கலாம் என்றும், அல்லது மைசெல்கள் அல்லது மைக்ரோஃபைப்ரில்களின் சுருள் போக்கமைப்பில் அதிக அளவு மாறுபாடு இல்லாமல் இருக்கலாம் என்றும், அல்லது செல்லுறைக் குழிகளிருப்பதின் காரணத்தினாலும் ஏற்படலாம் என்றும் நம்பப் படுகின்றது.

(ஈ) செகண்டரி செல்லுறைகளின் அமைப்பு (Structure of secondary wall): மேலே கூறியபடி செகண்டரி ஸைலத்திலுள்ள வெஸல்களின் செகண்டரி செல்லுறைகள் எத்தன்மை வாய்ந்தன என்பதைக் குறித்து போலரைஸ்ட் ஒளியின் (polarized light) வாயி லாகவும், எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பினுதவியைக் கொண்டும் தெரிந்துகொண்டோம். இப்பொழுது, பிரைமரி ஸைலத்திலுள்ள டிரக்கியரி கூறுகளில் (tracheary (elements)* செகண்டரி செல் லுறைகள் அல்லது தடிப்புகள் (thickenings), பிரைமரி செல்லுறை களுக்குட்புறமாக எந்தெந்த வகைகளில் அமைந்திருக்கின்றன என்பதைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வோம். பொதுவாகக் கூற வேண்டுமானால், ஒரு வாஸ்குலார்த் தொகுப்பில் முதன் முதலாக தோன்றியிருக்கின்ற டிரக்கியரி செல்களில், செகண்டரி செல் லுறைகள், பிரைமரி செல்லுறைகளின் உட்பக்கத்தில் ஒரு குறிப் பிட்ட சில பகுதிகளில் மாத்திரம் உண்டாகின்றன. ஆனால் இந்த தொடக்கத்தில் உண்டாகியிருக்கின்ற டிரக்கியரி செல்களை அடுத் தடுத்து உண்டாகின்ற டிரக்கியரி செல்களில் செகண்டரி செல் லுறைகள் அல்லது தடிப்புகள் மென்மேலும் அதிக அளவில் உண்டாகி அதிகரித்திருப்பதையும் கண்கூடாகப் பார்க்கலாம்.

---

* பிரைமரி ஸைலத்திலிருக்கின்ற டிரக்கியரி திசுக்கள், டிரக்கீட்டுகளைப் பெற்றிருக்கின்றனவா அல்லது வெஸல்களைப் பெற்றிருக்கின்றனவா என்பதைக் குறித்து அறிந்து கொள்வது மிகவும் கடினமான முயற்சி யாதலால், அவைகளைப் பொதுவாக டிரக்கியரி செல்கள் (tracheary cells or tracheary elements) என்று கூறுவது வழக்கம்.

ஆதலால், ஒரு பிரைமரி ஸைலத்திலுள்ள டிரக்கியரி செல்களை தொடர்ச்சியாகவும், ஒன்றுடன் மற்றொன்றை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் பொழுதும், முக்கியமாக அவைகளில் செகண்டரி செல்லுறைகள் அல்லது தடிப்புகள் பல வகையான அமைப்பு முறைகளிலிருக் கின்றன என்றும், டிரக்கியரி செல்களுண்டாகின்ற காலக்கிரம தோற்றம், வளர்ச்சியைப் பொருத்து இந்த செகண்டரி செல் லுறை தடிப்புகள் வெவ்வேறு வகைகளில் மாறுபடுகின்றன என்றும் தெரிய வருகின்றது.

ஒரு வாஸ்குலார் கற்றையை (vascular bundle) ஆர-உயரப் போக்கில் (radial longitudinal) வெட்டிப் பார்க்கும்பொழுது, அதி லடங்கியிருக்கும் டிரக்கியரி செல்கள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று, நீள, அகல அளவுகளைப் பொருத்தும், செகண்டரி செல்லுறை களின் தடிப்புகளின் அளவு, அமைந்திருக்கின்ற முறைகளைப் பொருத்தும் மாறுபடுகின்றன (படங்கள் 11.1;11.2). அனேக மாக, டிரக்கியோஃபைட்டா (Tracheophyta) அல்லது வாஸ்குலார் தாவர இனங்களில் (Vascular plants) எல்லா வகை தாவரங் களிலும், பிரைமரி ஸைலத்தில் முதன் முதலாகத் தோன்றுகின்ற டிரக்கியரி செல்களில், செகண்டரி செல்லுறைதடிப்புகள் பிரைமரி செல்லுறைக்குட்புறத்தில் வளையங்கள் போன்றோ (annular) அல்லது சுருள் போன்றோ (helical) அமைந்திருக்கின்றன (படம் 11.1). முதன் முதலாக தோன்றி, மேற்கூறப்பட்ட தன்மைகளை யுடைய டிரக்கியரி செல்களைப் பெற்றுள்ள பிரைமரி ஸைலத்தின் ஒரு பகுதி புரோட்டோஸைலம் (protoxylem) என்று கூறப்படு வதுண்டு. சுருள் போன்ற செல்லுறை தடிப்பு ஓர் வரிசைச் சுருளைப் பெற்றோ அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சுருள் வரிசைகளைப் பெற்றோ இருக்கலாம். வளையங்கள் அல்லது சுருள்கள் போன்ற செகண்டரி தடிப்புகள் பிரைமரி ஸைலத்திற்கு உட்புறத்தில் பரவ லாகவோ அல்லது அடர்த்தியாகவோ அமைந்திருக்கக்கூடும். புரோட்டோஸைலத்திலுள்ள டிரக்கியரி செல்களின் வளர்ச்சி வரலாற்றின்படி பார்த்தால், வளையங்களைப் பெற்றுள்ள டிரக்கி யரி செல்களுக்குப் பிறகு தான் சுருள்களைப் பெற்றுள்ள வகை கள் தோன்றுகின்றன என்று தெரிகின்றது. இவைகளுக்கு பிற்பட்டு தோன்றுகின்ற டிரக்கியரி செல்களில், செகண் டரி செல்லுறைகள்; வேறு வகையானதாக அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த பிற்பட்டு தோன்றுகின்ற டிரக்கியரி செல்களில், சுருள் போன்ற செகண்டரி செல்லுறைத் தடிப்புகள் ஒன்றுடன் மற்றொன்று, சில பகுதிகளிலிணைந்து ஏணி யின் படிகள் போன்ற தோற்றத்தைப்பெறுகின்றன. இந்தவகைத் தடிப்பு, ஏணி தடிப்பு (scalariform thickening) என்று அழைக்கப்

படுகின்றது (படம் 11.1). பிரைமரி சைலத்தின் வளர்ச்சி வரலாற்றில், இன்னும் பிற்பட்டு தோன்றுகின்ற டிரக்கியரி செல்களில், செகண்டரி செல்லுறைத் தடிப்பு வலை (net) போன்ற அல்லது சிக்கலான பின்னல் போன்ற தோற்றத்துடன் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 11.1). இந்த வகை செல்லுறைத் தடிப்பு, பின்னல் தடிப்பு (reticulate thickening) என்று கூறப்படுகின்றது. இந்த பின்னல் தடிப்பு, சுருள்கள் பல ஒன்றுசேர்ந்து பலவகைகளில் இணைவதினால் ஏற்படுகின்றது என்று கருதப்படலாம். சில வேளைகளில், பின்னல் தடிப்புகளுக்கும், ஏணிதடிப்புகளுக்கு மிடைப்பட்ட நிலையில் செகண்டரி செல்லுறை தடிப்புகள் காணப்படுவதுமுண்டு. இப்படி இருதரப்பட்ட செல்லுறைத் தடிப்புகளைப் பெற்றிருக்கும் காலத்து, அவைகள் ஏணி - பின்னல் தடிப்புகள் (scalariform-reticulate thickenings) என்று கூறப்படுகின்றன. இந்த இருவகை கூட்டியல்புகளை உடைய தடிப்புகளேற்படுவதற்குக் காரணம், பின்னல் தடிப்புகளுக்கிடைப்பட்ட திறவுகள், டிரக்கியரி செல்கள் உயரப்போக்கிற்கு குறுக்காக நீளும்போது உண்டாகின்றதென்று கருதப்படுகின்றது. வாஸ்குலார்த் திசுத் தொகுப்பில் உள்ள பிரைமரி சைலத்தின் வளர்ச்சி வரலாற்றில் கடைசியாகத் தோன்றுகின்ற டிரக்கியரி செல்களில், செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற குழிகளமைந்திருக்கின்ற பகுதிகளைத் தவிர்த்து ஏனைய பகுதிகளில் செகண்டரி செல்லுறைத் தடிப்புகள் தொடர்ச்சியுற்ற ஒரு தனிப்பட்ட உறையாக ஏற்படுகின்றது. வேறு வகையில் கூறவேண்டுமேயானால், செகண்டரி செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற குழிகளினால் தொடர்ச்சி விடுபட்டு, பார்ப்பதற்கு பிரைமரி செல்லுறைகளையும் செகண்டரி செல்லுறைகளையும், பல புள்ளிகளையும் பெற்றிருப்பது போன்று இருக்கும் (படம் 11.1). இப்படிப்பட்ட டிரக்கியரி செல்கள், குழியுற்ற டிரக்கியரி செல்கள் (pitted tracheary elements) என்று சொல்லப்படுகின்றன. இந்த குழியுற்ற செல்கள் ஒவ்வொரு பிரைமரி சைலத்தின் வளர்ச்சி வரலாற்றின் கடைசியாக உண்டாகின்ற செல்களாகும். இதில் முக்கியமாக குறிப்பிடப்படவேண்டிய உண்மை என்னவென்றால், ஒவ்வொரு இனத்தின் பிரைமரி சைலத்திலும் மேலே விவரிக்கப்பட்ட எல்லா வகையான டிரக்கியரி செல்களும் வளர்ச்சி வரலாற்றின் அடிப்படையில், ஒருங்கே உண்டாகி அமைந்திருக்கவேண்டும் என்ற நிலையைக் காணமுடிவதில்லை. வேறு வகையில் கூறப்போனால், பிரைமரி சைலத்திலெல்லாம் டிரக்கியரி செல்கள் மேலே கூறப்பட்ட விதத்தில் எல்லா வகைகளும் ஒன்றன் பின் ஒன்றாகவும் வரிசைக் கிரமமாகவும் ஏற்படுவதில்லை. சில உதாரணங்களில், ஒன்றிரண்டு வகைகள் தோன்றாமலுமிருக்கலாம். அல்லது ஒரு சில வகைகள் மாத்திரம் வெவ்வேறு அளவில் மீண்டும் மீண்டும் பிரைமரி சைலத்தில் தோன்றியிருப்பதையும் பார்க்கலாம். மேலும் பார்க்கப்போனால், மேலே விவரிக்கப்பட்ட வகைகளுக்கு உட்

படாததும், இடைப்பட்ட இயல்புகள் உடையதுமான ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைத் தடிப்புகளைப் பெற்றுள்ள டிரக்கியரி ஸெல்களுண்டாவதுமுண்டு. வெவ்வேறு வகையான ஸெல்லுறை தடிப்புகளை, அவைகளைப் பெற்றிருக்கின்ற டிரக்கியரி ஸெல்களுள் அமைந்திருக்கின்ற இடம், காலக்கிரம தோற்ற வரலாறு, முதலியவைகளுடன் ஒப்பிட்டு சீர்தூக்கிப் பார்க்கும்பொழுது ஒரு முக்கியமான உண்மை மறைமுகமாக இருப்பது தெரியவருகின்றது. அதாவது, ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைத் தடிப்புகளின் அளவு முதலில் தோன்றிய டிரக்கியரி ஸெல்களில் மிகக் குறைந்த அளவிலும், பிறகு போகப் போக அடுத்தடுத்து தோன்றுகின்றவைகளில் படிப்படியாக அதிகரித்துக் கொண்டும், கடைசியாக பிரைமரி ஸைலத்திலுண்டாகின்ற டிரக்கியரி ஸெல்களில் மிக அதிக அளவிலுண்டாகி, பிரைமரி ஸெல்லுறைக்குட்புறமாக பரவி ஏறக்குறைய (குழிகளுற்ற பகுதிகளைத் தவிர்த்து) ஒரு தொடர்ச்சியான ஸெகண்டரி ஸெல்லுறையாக உண்டாகின்றது. இந்த நிலைமையே ஸெகண்டரி ஸைலத்தில் தொடர்ந்து ஏற்படும் அல்லது சிறிது மாறுபட்டும் ஏற்படலாம்.

இப்பொழுது வரையுற்ற குழிகள் எந்தெந்த வடிவங்களிலும், எந்தெந்த முறைகளிலும் டிரக்கியரி ஸெல்லைப் பொருத்து அமைந்திருக்கின்றன என்பதைக் குறித்து கவனிப்போம். இந்த வரையுற்ற குழிகள் பார்ப்பதற்கு, வட்டவடிவமாகவும் (படம் 11.7) அல்லது ஸெல்களுக்கு குறுக்காக அல்லது அகலப்போக்கில் நீண்டுமிருக்கலாம் (படம் 11.6). அல்லது இவைகள் இரண்டிற்குமிடைப்பட்ட ஒரு வித, அதாவது எலிப்டிக்கல் (elliptical) அல்லது முட்டை (oval) வடிவத்துடனுமிருக்கலாம். வட்டவடிவமாக இருக்கின்ற வரையுற்ற குழிகள் டிரக்கியரி அல்லது நார் ஸெல்களின் வகைகளையும், முன்னேற்ற நிலையின் அளவையும் பொருத்து வெவ்வேறு வகையான உட்புற, வெளிப்புற அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கக் கூடும் என்பதைக் குறித்து விரிவாக முன் அத்தியாயத்தில் தெரிந்து கொண்டோம். வரையுற்ற குழிகள் மூன்று முக்கிய வழிகளில் டிரக்கியரி ஸெல்களைப் பொருத்து, அவைகளின் ஸெல்லுறைகளில் அமைந்திருக்கலாம். உதாரணமாக, வரையுற்ற குழிகள் டிரக்கியரி ஸெல்களுக்கு குறுக்கு அல்லது அகலப்போக்கில் நீண்டும் அல்லது வரிபோன்றும் (linear), ஏணியின் படிபோன்று ஒன்றன் மேல் ஒன்றாக அமைந்திருக்குமேயானால், அப்படிப்பட்ட அமைவு ஏணி குழி அமைவு (scalariform pitting) என்று கூறப்படுகின்றது (படங்கள் 11.6;4.18). இதுபோல், வரையுற்ற குழிகள் மேற் குறிப்பிட்ட மாதிரி இல்லாமல், வட்ட அல்லது எலிப்டிக்கல் அல்லது முட்டை வடிவத்துடன், ஜதை ஜதையாகவும் டிரக்கியரி ஸெல்களுக்கு படுக்கையிலும் (horizontal) வரிசைக் கிரமமாக அமைந்திருந்தால், அப்

படிப்பட்ட அமைவு எதிர்க்குழி அமைவு (opposite pitting) என்று அழைக்கப்படுகின்றது (படம் 4.19). இந்த எதிர்க்குழி அமைவில், வரையுற்ற குழிகள் ஒன்றுடன் மற்றொன்று சேர்ந்து மிக நெருக்க மாக அமைந்திருக்கும்பொழுது, குழிகளின் வரம்புகள், சாதாரண நிலையில் இருக்கின்ற வட்ட அல்லது முட்டை அல்லது எலிப்டிக்கல் வடிவத்திற்கு பதிலாக, சதுரமான தோற்றத்தை பெறக்கூடும் (படம் 4.19). வரையுற்ற குழிகள் டிரக்கியரி ஸெல்களுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்தில் சாய்வாக அமைந்திருந்தால், அப்படிப் பட்ட குழி அமைவை, மாற்று குழி அமைவு (alternate pitting) என்று அறிகிறோம் (படம் 4.20). மேலும், இந்த வகையில் இவைகள் ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணைந்து மிக நெருக்கமாக அமையுங் காலத்து, வரையுற்ற குழிகளின் வடிவம் வட்டவடிவ நிலையி லிருந்து மாறி, பல கோண வடிவத்தை (polygonal) பரஸ்பர அமுக் கத்தின் காரணமாக அடைகின்றன (படம் 4.20). சில வேளைகளில், பல நுண்ணிய குழிகள் ஒன்று சேர்ந்து கூட்டாக அல்லது தொகுப் பாகக் காணப்படும். இப்படிப்பட்ட நிலையை சல்லடைக்குழி அமைவு (sieve pitting) என்று கூறுவதுண்டு.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட குழிகள் சம்பந்தப்பட்ட இயல்புகள் அவைகளின் ஒவ்வொரு சிற்றினம் அல்லது பேரினம் அல்லது குடும் பத்திற்கே உரித்தான வகைகளில் இருக்கின்ற காரணத்தினுல், இவைகளின் வாயிலாக தாவர இனங்களைக் கண்டறிவதற்கு மிகவும் பயன்படுகின்றன. மேலும், இந்த வகை இயல்புகளையும் இது போன்ற இதர இயல்புகளையும் ஒன்று சேர்த்து பலவகை கட்டை களை விஞ்ஞான அடிப்படையில் விவரிப்பதற்கும் அவற்றிற்கிடையே உள்ள ஒற்றுமை, வேற்றுமைகளைக் கண்டறிவதற்கும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

பிரைமரி, ஸெகண்டரி ஸைலத்திலுள்ள டிரக்கியரி ஸெல்களின் பக்க உறைகளில் (lateral walls) காணப்படுகின்ற ஸெல்லுறை தடிப்புகள், குழிவகைகள், அவைகளின் அமைவு முறைகள் போன்ற வைகளைக் குறித்து தெரிந்துகொண்டோம். இப்பொழுது இந்த வகையான பக்க உறை இயல்புகள் எப்படி ஏற்படுகின்றன என்பதைக் குறித்து கவனிப்போம். ஒரு டிரக்கியரி ஸெல் தோன்றி, பிறகு மாறுதல்களை அடைந்து வரும்பொழுது அதனுட்புறத்தில் எந்தெந்த பகுதிகளில், கடைசியில் அவையவைகளுக்கே உரிய தடிப்பு வகைகள் தோன்றுகின்றனவோ அந்தப் பகுதிகளில் மட்டும் இயங்கிக் கொண்டிருக்கின்ற ஸைட்டோபிளாஸத்தின் துண்டுற்ற பகுதிகள் சென்று படிகின்ற காரணத்தினுல் உண்டா கின்றன எனும் கொள்கை 19-ஆம் நூற்றுண்டின் இடைப்பகுதியில் எடுத்துரைக்கப்பட்டது. இதே கொள்கை இந்த நூற்றுண்டிலும்

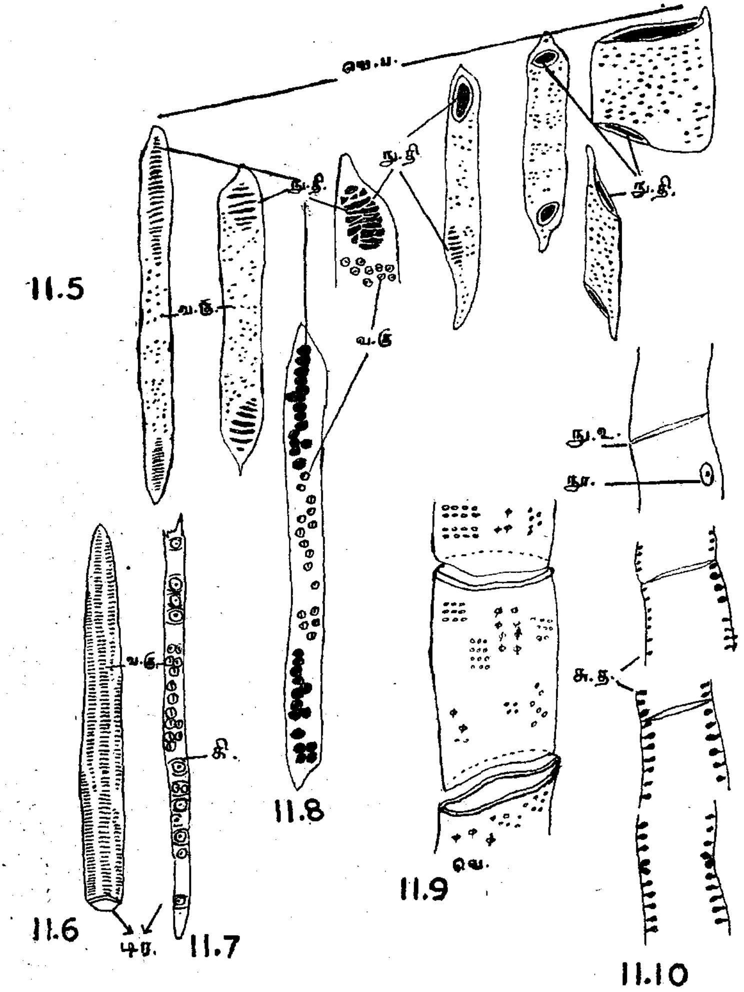
ஒரு சாராரால் ஒப்புக்கொள்ளப்படுகின்றது. ஆனால், டிரக்கியரி செல்களுக்கு உரித்தான செல்லுறை தடிப்புகள் உண்டாவதற்கு கால்கி நுண்பாகங்கள் (Golgi bodies) பங்கெடுத்துக் கொள்வதினாலும், சைட்டோபிளாஸம் செல்லுறைகளில் படிந்து அதனுடன் ஸுபரின் (suberin) என்ற பொருள் கலந்து உண்டாவதினாலும் அவைகள் உண்டாகின்றன என்று சமீப காலத்தில் எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பினுதவியைக்கொண்டு அறிவிக்கப் பட்டிருக்கின்றது.

டிரக்கியரி செல்களில் பல வகையான செல்லுறை தடிப்புகள் காணப்பட்டபோதிலும் அவைகளின் முக்கியத்துவம் இன்னும் சரிவர புலப்படவில்லை. ஆனால், இவைகளைக் குறித்து ஒன்று மட்டும் தெளிவாகத் தெரிகின்றது. உதாரணமாக, வளையங்கள், சுருள் தடிப்புறைகளைக்கொண்ட டிரக்கியரி செல்கள் விரைந்து உயரப்போக்கில் வளர்ந்து கொண்டே இருக்கும் உறுப்புக்களில் காணப்படுகின்ற அடிப்படையில், அவைகள் வளர்ச்சியுறுகின்ற உறுப்புகளுக்கு ஆதாரமாகவும், சாதகமாகவும் இருக்கின்றன என்று கருதலாம். இந்த முடிவு சில பரிசோதனைகளின் மூலம் நிலை நாட்டப்பட்டிருக்கின்றது.

**பிரைமரி சைலம் (Primary xylem) :** பிரைமரி சைலம், தாவர இனங்களின் ஒவ்வொரு உறுப்பின் தொடக்க வளர்ச்சியின் பொழுது, புரோக்கேம்பியத்திலிருந்து உண்டாக்கப்படுகின்ற திசுவாகும். இதன் இயல்புகள், அமைவு, தோற்றம், வளர்ச்சி முதலியவைகளைக் கவனிக்கும்பொழுது இது செகண்டரி சைலத்திலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம். பிரைமரி சைலத்திலுள்ள டிரக்கியரி செல்களின் வளர்ச்சி, அமைப்புகள் போன்ற அடிப்படையில் ஆராய்ந்து பார்த்தால், அதை இருவகையினதாக பாகுபடுத்த முடியும். அதாவது பிரைமரி சைலத்தின் முன் தோன்றிய சைலம் (earlier formed part) என்றும், பின் தோன்றிய சைலம் (later formed part) என்றும் பிரிக்க முடியும். இந்த இரு பகுதிகளில் முன் தோன்றிய சைலம் புரோட்டோ சைலம் (protoxylem) என்றும், பின் தோன்றிய சைலம் மெட்டாசைலம் (metaxylem) என்றும் கூறப்படுகின்றது. புரோட்டோ (proto) மெட்டா (meta) என்ற சொற்கள் கிரேக்க மொழியில் முதல் என்றும், அப்பால் என்றும் முறையே பொருள்படுகின்றன. பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, புரோட்டோ சைலமும், மெட்டாசைலமும், அவைகள் முறையே உண்டாகின்ற காலப்போக்கின் அடிப்படையில் வரையறுக்கப்பட்டன. ஆனால், பிற்காலத்திலும், தற்காலத்திலும், முன்சொன்ன அடிப்

படை கருத்துடன், புரோட்டோஸைலம் மெட்டாஸைலத்தின் அமைப்பில்காணப்படுகின்ற வேற்றுமைகளையும் ஒன்று சேர்த்து அவைகள் முறையே வரையறுக்கப்படுகின்றன. எப்படியிருந்த போதிலும், நடைமுறையில் பிரைமரி ஸைலத்தின் இரு பகுதி களாகிய புரோட்டோஸைலத்தையும் மெட்டாஸைலத்தையும், மேற்கூறப்பட்ட ஏதாவதொரு அடிப்படையில் பிரித்தறிந்து கொள்வது என்பது மிகவும் கடினமான காரியமாகும். ஏனென்றால், வெவ்வேறு வகைத் தாவரங்களில், இவைகளின் வளர்ச்சி விவரங்கள் வெவ்வேறு விதமாக அமைந்திருப்பதோடல்லாமல், இந்த இருவகைப் பிரைமரி ஸைலத்திற்குமிடையே பல பொது வான இடைநிலைப்பட்ட இயல்புகளை உடைய ஸெல்கள் வெவ்வேறு அளவிலும், கூட்டுமுறையிலும் உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்க லாம். ஆதலால், புரோட்டோஸைலத்தையும், மெட்டாஸைலத் தையும், ஒரு பரந்த அடிப்படையையும், கோட்பாட்டையும் வைத்துக்கொண்டு அறிந்துகொள்வது மிகவும் அவசியமாகின்றது. இந்த வகையில், பிரைமரி ஸைலத்தின் பகுதிகள் தோன்றுகின்ற காலம், அவைகள் முறையே அமைந்திருக்கின்ற இடம் முதலிய வற்றை ஆதாரமாக வைத்துக்கொண்டு தெரிந்துகொள்வது நல்லது.

புரோட்டோஸைலம் என்பது, ஏற்கனவே குறிப்பிட்டபடி, வாஸ்குலார்த் திசுவின் வளர்ச்சி வேறுபாடுகளின் தொடக்கத்தில் தோன்றக்கூடிய ஒரு திசுவாகும். இந்த நிகழ்ச்சியின் காரணமாக, ஒரு செடியின் அல்லது அதன் உறுப்பின் பிரைமரி சாற்றுக்குழாய் பகுதிகளைப் பொருத்து ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தைப் பெற்றிருக் கின்ற தொன்றாகும். உதாரணமாக, ஒரு தண்டைக் குறுக்கில் வெட்டிப் பார்க்கும்பொழுது இந்தப் புரோட்டோஸைலம், பித் என்ற பாகத்திற்கருகாமையில் அமைந்திருக்கும் (படங்கள் 15.31; 15.39). இப்படிப்பட்ட ஸைலம் எண்டார்க் ஸைலம் (endarch xylem) என்றழைக்கப்படுகின்றது. ஆனால், வேர்களைப் பொருத்த மட்டில், இந்தப் புரோட்டோஸைலம், அவைகளின் மையத்திற்கப் பாற்பட்டும், வெளிப்புறத்தையும், புறணி என்ற பாகத் தையும் நோக்கி அமைந்திருக்கும் (படம் 17.2). இப்படிப்பட்ட ஸைலத்தை எக்ஸார்க் ஸைலம் (exarch xylem) என்று கூறப்படு கின்றது. இலைகளைப் பொருத்தமட்டில், புரோட்டோஸைலம் அவைகளின் மேல் புறத்தோலை அல்லது அடாக்ஸியல் பரப்பை (adaxial surface) நோக்கி அமைந்திருக்கும் (படம் 16.6). மற்றொரு குறிப்பிடத்தக்க உண்மை என்னவென்றால், உறுப்புக்கள், குறிப் பாக, இலைகளும், இளந்தண்டுகளும், நீளும் வளர்ச்சி முடிவடை தற்கு முன், புரோட்டோஸைலம் முதிர்ச்சியடைந்து விடுகின்றது.




படம் 11.5. வெவ்வேறு உன்னத நிலையைக் குறிக்கக் கூடிய வெவ்வேறு வகையான வெஸல் பகுதிகள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படம் 11.6. டிரையாப்தீரிஸ் (Dryopteris) டிரக்கீட் ஸெல்லின் ஒரு பகுதி.

படம் 11.7. பீனுஸ் (Pinus) டிரக்கீட் ஸெல்லின் ஒரு பகுதி ( X 66).

படம் 11.8. எஃபிட்ரா கலிஃபோர்னிக்கா (Ephedra californica) ஒரு ஸெல் பகுதி. விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும் ( X 103).

படம் 11.9. குயெர்க்குஸ் (Quercus) வெஸல் பகுதிகளின் அமைவு முறை.

படம் 11.10. ஸிலரி (Celery) வெஸல் பகுதியில் நுனித் திறவு உண்டாகும் முறை ( X 573) விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

வ.கு. வரையுற்ற குழிகள்; வெ.ப. வெவ்வேறு வெஸல் பகுதிகள்; நு.தி. நுனித் திறவு; கி. கிராஸ்-வே; வெ. வெஸல்; நூ. நூக்ளியஸ்; சு.த. சுருள் தடிப்பு; நு.உ. நுனி உறை.

இதனால், இப்படிப்பட்ட நிலையேற்பட்ட பிறகு, மேற்கொண்டு இந்த உறுப்புக்கள் நீளும்பொழுது, அவைகளில் முதிர்ச்சியுற்ற நிலைகளில் காணப்படுகின்ற புரோட்டோஸைலம் செல்கள் இழுக்கப்பட்டு, சூழ்ந்திருக்கும் ஏனைய திசுக்களுடன் ஒத்துப்போக முடியாமல் சாதாரணமாக சேதமுற்ற பல நிலைகளிலோ, சிதற்றுற்றோ அல்லது அழிக்கப்பட்டோ காணப்படுவதுண்டு. ஓரளவிற்கு இந்த இழுப்பு சக்தியை சமாளிக்கக்கூடிய அளவிற்கு அவைகளின் அமைப்புகளிருந்த போதிலும், ஒரு குறிப்பிட்ட நிலைக்கப்பால் அவைகள் பழுதுறுகின்றன. இந்த நிலையில், பிரைமரி செல்லுறை அழிக்கப்பட்டும், ஸெகண்டரி செல்லுறை தடிப்புகள் மாற்றுருவங்களை அடைந்தும் காணப்படும். மேலே கூறியபடி, மெட்டாஸைலம், காலப்போக்கில், புரோட்டோஸைலம் உண்டான பிறகு ஏற்படுகின்ற பிரைமரி ஸைலத்தின் மற்றொரு பகுதியாகும். இது புரோட்டோஸைலம் போலன்றி, இளந்தண்டுகள் நீண்டு கொண்டிருக்கும்பொழுது வளர்ச்சி வேறுபாடுகளையடைந்து கொண்டு, உறுப்புக்களின் நீளும் நிகழ்ச்சி நின்றுவிட்ட பிறகு, இவைகள் முதிர்ச்சியடைகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்க தொன்றாகும்.இதன் காரணமாக, இந்த மெட்டாஸைலத்தின் செல்கள் புரோட்டோஸைலத்தின்செல்கள் போலன்றி சாதாரணமாக எந்தவித மாறுதல்களையும் அடைவதில்லை.

பிரைமரி ஸைலத்திலுள்ள டிரக்கியரி செல்களின் செல்லுறை அமைப்புகளைக்குறித்து ஏற்கனவே தெரிந்துகொண்டோம். ஸெகண்டரி செல்லுறை தடிப்புகளை, வளர்ச்சியின் அடிப்படையில் பார்க்கப்போனால், முதன்முதலாகத் தோன்றிய டிரக்கியரி செல்களில் வளை தடிப்புகளும் (annular thickenings), இதைத் தொடர்ந்து சுருள் தடிப்புகளும் (spiral thickenings), பிறகு ஏணி தடிப்புகளும் (scalariform thickenings), இதை அடுத்து வலை தடிப்புகளும் (reticulate thickenings) கடைசியாக குழியுற்ற (pitted) ஸெகண்டரி செல்லுறைகளிருப்பதைப் பொதுவாக எதிர்பார்க்கலாம் (படம் 11.1). ஆனால், மேற்கூறப்பட்ட தடிப்புற்ற அமைப்பு வகைகளெல்லாவற்றையும், ஒரு பிரைமரி ஸைலத்தின் டிரக்கியரி திசுக்களில் ஒருங்கே உண்மையில் பார்க்க முடிவதில்லை. இந்த மாறுபட்ட நிலை ஏற்படுவதற்குக் காரணம், முக்கியமாக அவைகளில் ஏற்படுகின்ற வளர்ச்சி வேறுபாடுகளும், வேறு பலவகையான அம்சங்களுமாகும். புரோட்டோஸைலம் டிரக்கியரி செல்கள்

பொதுவாக, வளைய (annular), சுருள் (spiral), தடிப்புகளையும், (சில வேளைகளில் வலை தடிப்புகளையும்) பெற்றிருக்கும் (படம் 11.1). ஆனால், மெட்டாஸைலத்தின் செல்கள் ஏணி (scalariform), சுருள் (spiral), வலை (reticulate), தடிப்புகளையும், குழியுற்ற செகண்டரி செல்லுறைகளையும் பெற்றிருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 11.1). இந்த இயல்புகளை வைத்துக்கொண்டு ஓரளவிற்கு, புரோட்டோஸைலம் செல்களை மெட்டாஸைலம் செல்களிலிருந்து பிரித்தறிய முடியும். இதுபோல், இவைகளுக்கிடையே வேறு ஒரு வகை வேறுபாடிருப்பதையும் பார்க்கலாம். அதாவது, சாதாரண மாக, புரோட்டோஸைலத்திலுள்ள செல்களின் குறுக்களவு அல்லது அகலம், மெட்டாஸைலத்திலுள்ளவைகளைவிட குறைந்தும், குறுகியும் இருக்கும் (படம் 11.2). ஆனால், அதே சமயத்தில், இவைகளுக்கிடையே, அதாவது புரோட்டோஸைலத்திலிருந்து மெட்டாஸைலம் வரை உள்ள செல் வகைகளின் அகலம் அல்லது குறுக்களவு முறையே படிப்படியாக அதிகரித்துக் கொண்டிருப் பதையும் பார்க்கலாம். பிரைமரி ஸைலத்தில் முதன் முதலுண் டான டிரக்கியரி செல்களுக்கும், கடைசியாக தோன்றிய டிரக்கியரி செல்களுக்குமிடைப்பட்ட செல்களைத் தவிர்த்து, புரோட்டோஸைலத்தின் தொடக்கத்திலுண்டான டிரக்கியரி செல்களின் குறுக்களவைப் பார்க்கும்பொழுது, அவைகள் மிகக் குறுகலாகவும், அதே சமயத்தில், மெட்டாஸைலத்தில் கடைசி யாக தோன்றிய செல்கள் மிகவும் விரிந்து, அகலமாகவும், அல்லது பருத்தும் காணப்படுவதிலிருந்து ஒருவாறாக, புரோட்டோ ஸைலத்தை மெட்டாஸைலத்திலிருந்து பிரித்தறிய முடியும் (படம் 11.2).

புரோட்டோஸைலத்தில், டிரக்கீட்களும் அல்லது வெஸல் களும், குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு பாரங்கைமா செல்களும் அடங்கியிருக்கின்றன. பாரங்கைமா செல்கள் டிரக்கியரி செல்கள் சிதறுற்று அழிந்துபட்ட பிறகு, மெல்லிய உறைகளைப் பெற்றோ அல்லது லிக்னின் கலந்த செகண்டரி செல்லுறைகளைப் பெற்றோ அல்லது பெருமலோ இருக்கக்கூடும். மெட்டாஸைலம் புரோட்டோஸைலத்தைவிட கூடுதலான திசு வகைகளையும், சிக்க லான அமைப்பையும், முன் கூறியபடி, அகலமான பருத்த வடிவத் துடன் கூடிய டிரக்கியரி செல்களைப் பெற்றுமிருக்கின்றன. மேலும், இது செகண்டரிஸைலம் உண்டாகாத தாவர இனங்களிலெல்லாம், நீர் செலுத்தும் செயலை வாழ்நாள் பூராவும் நிலைத்திருந்து செவ்வனே செய்து வருகின்றது. மெட்டாஸைலத்தில் டிரக்கீட்கள் அல்லது வெஸல்களையும், பாரங்கைமாவையும், பொதுவாக நார்த்திசுக்களையும் காணலாம். மெட்டாஸைலத்தில், லிக்னின்

கலந்த செகண்டரி செல்லுறைகளையுடைய திசுக்களடங்கி யிருப்பதினுல், இது பார்ப்பதற்கு, புரோட்டோஸைலம் போலன்றி, நெருக்கமாக அமைந்திருக்கின்ற திசுவாகத் தோன்றுகின்றது.

பிரைமரி ஸைலத்திலுள்ள டிரக்கியரி செல்களின் செகண்டரி செல்லுறை தடிப்புகள் இரு நிலைகளில் ஒன்றன்பின்ஞென்ருக ஏற்படுகின்றன என்று சமீப காலத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. அதாவது, சுருள் தடிப்புறை கொண்ட டிரக்கியரி செல்களில் முதல் நிலையில் சுருள் தடிப்பு உண்டாகின்றது. பிறகு இதைத் தொடர்ந்து இரண்டாவது நிலையில், சுருள் தடிப்புகளுக்கு இடைப் பட்ட பாகங்களில் செகண்டரி செல்லுறைப் பொருள் படி கின்றது. இந்த இரு நிலைகளில், செகண்டரி செல்லுறை தடிப்பு கள் ஏற்படுகின்றன என்று விளக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த முறைக்கு "இரு நிலை செல்லுறை படிதல்" (2-phase wall deposition) என்று பெயர்.

இப்பொழுது, பிரைமரி ஸைலத்தை, செகண்டரி ஸைலத் துடன் ஒப்பிட்டு, அவைகளுக்கிடையே காணப்படுகின்ற வேறுபாடு களையும், வேறுபடுத்தி அறியக்கூடிய வழிகளையும் தெரிந்துகொள் வோம். தோற்றத்தைப் பொருத்தமட்டில் பிரைமரி ஸைலம், புரோக்கேம்பியம் (procambium) என்னும் பிரைமரி ஆக்குத்திசுவி லிருந்து உண்டாகின்றது. ஆனுல், செகண்டரி ஸைலம், கேம்பியம் (cambium) என்னும் ஒரு வகை செகண்டரி ஆக்குத்திசுவினுலுண் டாக்கப்படுகின்றது. மேலும், பிரைமரிஸ ஸலம் இளம் உறுப்புக்கள் வளர்ந்து வருகின்றபொழுது, வளர்ச்சி வேறுபாடுகளை அடைந்து உண்டாகின்ற ஸைலமாகும். ஆனுல், செகண்டரி ஸைலமோ, உறுப்புக்கள் பிரைமரி வளர்ச்சி (primary growth) ஏற்பட்ட பிறகும், அவைகள் முதிர்ச்சியுற்ற பிறகும் உண்டாகின்ற திசுவாகும். செகண்டரி ஸைலம், ஒரு சிக்கலான அமைப்பையும் இயல்பையும் கொண்ட ஆக்குத்திசுவாகிய கேம்பியத்திஞலுண் டாக்கப்படுவதினுல், இதுவும், ஒரு சிக்கலான அமைப்பை பிரதி பலிக்கின்றது. கேம்பியத்தில், ஃபூசிஃபாம் (fusiform), ரே (ray) தோற்றுவிகளென்று (initials) இரு வகைகளிருக்கின்றதைக் குறித்து முன் அத்தியாயத்தில் படித்தோம். இந்த இரு வகைத் தோற்றுவி களும், செகண்டரி ஸைலத்திற்குள் இரு வகையான திசு அமைவு முறைகளை உண்டாக்கவல்லது என்றும் பார்த்தோம். சிலவகைத் திசுக்கள், ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளினுலுண்டாக்கப்பட்டு அவை கள், உயரப்போக்கில் நீண்டு உயரப்போக்கு அமைவை பெற்றிருக் கின்றன. மற்ருெரு திசுவாகிய ரே திசு (ray tissue) ரே தோற்றுவி களினுலுண்டாக்கப்பட்டு அவைகள் படர்க்கையிலமைந்திருக்கின்

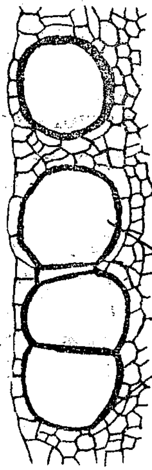
றன (படம் 11.3;11.4). இந்த இரு வகை திசு அமைவுகளைப் பிரைமரி சைலத்தில் காணமுடியாது. ஏனென்றால், அதிலடங்கியுள்ள திசுக்கள் எல்லாம், ஒரே ஒரு வகையான தோற்றுவிகளைப் பெற்றுள்ள, புரோக்கேம்பியம் என்னும் ஆக்குத்திசுவினுலேற்பட்டவைகளாகும். மேலும், செகண்டரி சைலம், பிரைமரி சைலத்தைவிட (படம் 11.2), பல வகையான திசு வகைகளையும், அவைகளின் அமைவு முறைகளையும், சிக்கலானதொரு அமைப்பையும் பெற்றிருக்கின்றது (படங்கள் 11.3;11.4). செகண்டரி சைலத்திலிருக்கின்ற டிரக்கியரி செல்களின் செல்லுறைகள் குழியுற்றிருக்கும். ஆனால், பிரைமரி சைலத்தின் டிரக்கியரி செல்களின் செல்லுறைகள் (மெட்டா சைலத்தில் கடைசியிலுண்டான டிரக்கியரி செல்களைத் தவிர) பல வகையான செகண்டரி செல்லுறை தடிப்புகளைப் பெற்றிருப்பதாக முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம்.

தண்டுகளின் குறுக்கு வெட்டில் காணப்படுகின்ற சைலத்தின் அமைவு முறையை அடிப்படையாகக்கொண்டு, செகண்டரி சைலத்தை, பிரைமரி சைலத்திலிருந்து பிரித்தறியமுடியும் என்று அடிக்கடி கூறப்பட்டு வருகின்றது. ஆனால், நடைமுறையில், இது ஓரளவிற்குப் பயன் பட்டபோதிலும், இது எப்பொழுதும் உண்மை நிலையை உணர்த்தக்கூடியதும், நம்பபடக்கூடியதுமல்ல. புரோக்கேம்பியமும், அதிலிருந்து தோற்றுவிக்கப்பட்ட பிரைமரி சைலமும், ஒரு ஒழுங்கற்ற முறையில் அமைந்திருக்கின்றது என்பதாகவும், ஆனால், அதே சமயத்தில், கேம்பியமும் அதிலிருந்து தோற்றுவிக்கப்படுகின்ற செகண்டரி சைலம் ஒரு ஒழுங்குற்ற முறையிலும், ஆரப்போக்கில் வரிசையாகவும், அமைந்திருக்கின்றது என்றும் நம்பப்பட்டு வருகின்றது. இந்த நிலைகளுக்கு மாறுக, சில சமயங்களில், பிரைமரி சைலமும், புரோக்கேம்பியமும், செகண்டரி சைலத் திசு வகைகளைப் போன்று ஒரு ஒழுங்குற்ற முறையில் ஆரப்போக்கில் வரிசைக் கிரமமாகவும் (radial seriation) அமைந்திருக்க முடியும்.

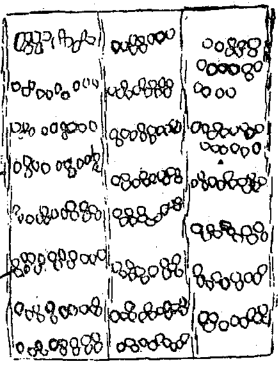
வேறு ஒரு வகையில் பிரைமரி சைலத்திற்கும், செகண்டரி சைலத்திற்கும் வேறுபாடு கூறப்பட்டு வருகின்றது. அதாவது, பிரைமரி சைலத்தின் டிரக்கியரி செல்களின் சராசரி நீளம் எப்பொழுதும், செகண்டரி சைலத்தின் தொடக்க டிரக்கியரி செல்களின் சராசரி நீளத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும். இது ஒருபுறமிருக்க, பிரைமரி சைலத்தினுள்ளேயே, புரோட்டோசைலம் டிரக்கியரி செல்களின் சராசரி நீளம், மெட்டா சைலத்தின் டிரக்கியரி செல்களின் சராசரி நீளத்தைவிட எப்பொழுதும் அதிகமாக இருக்கும். இவ்வாருக, டிரக்கியரி செல்களின் சராசரி நீளத்தை வைத்துக்

கொண்டு, பிரைமரி ஸைலத்தை, செகண்டரி ஸைலத்திலிருந்து வேறுபடுத்தறிய முடிகின்றது. இந்த அளவு வேறுபாடு குறிப்பிடத் தக்க அளவிற்குக் காணப்படுவதோடல்லாமல், இதிலிருந்து மற்றொரு முக்கியமான உண்மையும் வெளிப்படுகின்றது. வளர்ச்சியில், இந்த இருவகை ஸைலங்களுக்கிடையே (primary of secondary xylam) ஒரு ஒவ்வாத்தன்மை (non conformity), அவையவைகளின் நீள அளவைப் பொருத்து காணப்படுகின்றது. இரு ஸைலங்களுக் கிடையே இருக்கின்ற இந்த இடைவெளிக்கு இருவகையான காரணங்கள் கூறப்படுகின்றன. முதலாவதாக, பிரைமரி ஸைலத்தின் மெட்டாஸைலம், செல்கள் வளர்ச்சி வேறுபாடுகளேயடையும் பொழுது நீண்டு விடுகின்றன. ஆனால், செகண்டரி ஸைலத்தில் தொடக்கத்திலுண்டான டிரக்கியரி செல்கள் அந்த அளவிற்கு நீளுவதில்லை. இரண்டாவதாக, புரோக்கேம்பியம், கேம்பியமாக மாறும்பொழுது, முன்னதின் தோற்றுவிகள் குறுக்காக செல் பிரிதல்களை அடைந்து விடுவதினால் கேம்பியம் தோற்றுவிகள் புரோக்கேம்பியத்தின் தோற்றுவிகளைவிட குட்டையாக மாறுகின்றன. ஆதலால், கேம்பியத்தின் குட்டையான தோற்றுவிகள் இப்பொழுது செகண்டரி டிரக்கியரி செல்களை உண்டாக்கும் பொழுது, தோன்றல்களும் (derivatives) குட்டையாகவோ அல்லது சிறிது நீண்டோ, (ஆனால் புரோக்கேம்பியத்திலிருந்துண்டான டிரக்கியரி செல்களினளவிற்கு எப்பொழுதும் நீண்டு விடாமல்) தோன்றுகின்றன. மேற்கொண்டு சிந்தித்துப் பார்த்தால், இந்த இருவகைக் காரணங்களினாலும் இந்த ஒவ்வாத நிலை ஏற்படக்கூடும் என்றும் கருதலாம்.

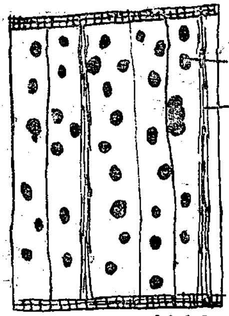
**செகண்டரி ஸைலத்தின் அடிப்படை அமைப்பு (Basic structure of secondary xylem) :** எந்த ஒரு செகண்டரி ஸைலத்திலும், இரு வகையான திசு அமைவுகளும், ஓட்டங்களுமிருப்பதாகவும், அவைகள், எவ்வாறு பிரைமரி ஸைலத்தின் திசுக்களிலிருந்து செகண்டரி ஸைலத்தை வேறுபடுத்தறிவதற்கு பயன்படுகின்றன என்பதைக் குறித்தும் விரிவாக முன்னரே தெரிந்துகொண்டோம். இந்த இரு வகை திசு அமைவுகளில் அல்லது ஓட்டங்களில், உயரப்போக்கிலமைந்திருக்கும் திசுவகைகளும், படர்க்கை (horizontal) அல்லது ஆரப்போக்கில் (radial) அமைந்திருக்கும் திசுக்களும், ஒன்றுடன் மற்றொன்று தோற்றம், அமைவு, செயல்களைப் பொருத்து சம்பந்தப் பட்டும், அதனால் ஒருவித ஐக்கிய ஒற்றுமைப்பாடுடன் செகண்டரி திசுவகைகள் எவ்வளவு நேர்த்தியான, அழகான முறைகளில் அமைந்திருக்கின்றன என்றறியும் பொழுது, ஒரு வியப்புடன் கலந்த மகிழ்ச்சி ஒவ்வொருவர் மனதிலும் தோன்றாமலிருக்க முடியாது. ஒவ்வொரு வகை செகண்டரி ஸைலத்திலும் ஒவ்வொரு



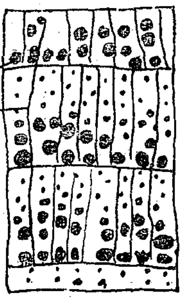

11.11



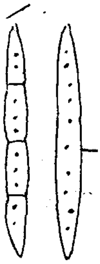

11.12



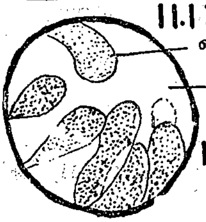

11.13



11.14




11.15




11.16

படம் 11.11. ஸிட்ரில்லா (Cedrella) ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் குறுக்கு வெட்டு. ஆரப் போக்கு வெஸல் கொத்துகள்.

படம் 11.12. ஓரித்திஸ் எக்ஸெல்ஸா (Orites excelsa) ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் குறுக்கு வெட்டு. பரிதிக்கு இணைப்போக்கு வெஸல் கொத்துகள் ( X 11).

படம் 11.13. ஆஸர் ஸக்காரினும் (Acer saccharinum) துளைகள் (வெஸல்கள்) பரவலாக அமைந்திருக்கின்ற கட்டையின் ஒரு பகுதி ( X 26).

படம் 11.14. குயெர்க்குஸ் (Quercus) துளைகள் (வெஸல்கள்) பரிதிக்கு இணைப்புக் கொத்துக்களாக அமைந்திருக்கின்ற கட்டையின் ஒரு பகுதி ( X 7).

படம் 11.15. பொதுப்படை இயல்பைக் குறிக்கின்ற பாரங்கைமா கற்றையும், பூசிஃபாம் செல்லும்.

படம் 11.16. குக்குர்பித்தா (Cucurbita) வெஸல் குறுக்குவெட்டு. குமிழிகள் [ X 193].
பா.க. பாரங்கைமா கற்றை; பா.செ. பாரங்கைமா செல்; டை. குமிழிகள்.

வகையான திசுவகைகளின் அமைவு முறை காணப்படும். இந்த அமைவு வேறுபாடு ஒரு சிற்றினத்தை அல்லது பேரினத்தை அல்லது ஒரு குடும்பத்தைப் பொருத்தோ மாறுபடுகின்றது. உயரப்போக்கு, படர்க்கை அல்லது ஆரப்போக்கு அமைவு முறைகளை ஒன்று சேர்த்து ஒப்பிட்டுப்பார்த்தால், ஒரு நெய்யப்பட்ட துணியின் அமைப்பியல்பு (warp & woof) ஞாபகத்திற்கு வரலாம். ஆரப் போக்கு அல்லது படர்க்கையிலமைந்திருக்கும் ரேத் திசுவின் செல்களெல்லாம் உயிருற்றவைகளாகவும், அதே சமயத்தில், உயரப் போக்கிலமைந்திருக்கும் வெஸல், நார்த்திசு செல்களெல்லாம் உயிரற்றவைகளாகவும், உயரப்போக்கிலமைந்திருக்கின்ற பாரங் கைமா செல்கள் மட்டும் உயிருற்றவைகளாகவும் இருக்கின்றன. உயிருற்ற ரேத் திசுவின் செல்களும், பாரங்கைமா செல்களும் ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணைப்புற்றிருக்கின்றன. இதன் மூலம், ரேத் திசுவின் உயிருற்ற செல்களும், உயரப்போக்கில் அமைந்திருக்கும் உயிருற்ற பாரங்கைமா செல்களும் தொடர்புற்று செகண்டரி சைலம் கட்டை (wood) யினூடே ஒரு தொடர்ச்சியான உயிருற்ற அமைவு முறையை ஏற்படுத்துகின்றன. மேலும், இந்த வகையிலுண் டாகின்ற அமைவு முறையினால், செகண்டரி சைலத்தினூடே தொடர்பு ஏற்படுவதோடல்லாமல், ரேத் திசுக்களின் மூலம் ஒரு பக்கத்தில் உள்ள உயிருற்ற செல்களடங்கிய பித்துடனும் (pith) மறுபக்கத்தில் உள்ள ஃப்புளோயம் (phloem), புறணி (cortex) பாகங்களுடனும் தொடர்பு உண்டாகின்றது.

அடுக்குற்ற, அடுக்கற்ற கட்டைகள் (Storied and non storied woods) : அடுக்குற்ற, அடுக்கற்ற கேம்பியத்தைக் குறித்து முன்பே சிறிதளவு தெரிந்து கொண்டோம். இந்த நிலைமைகளை, ஒரு செகண்டரி சைலம் அல்லது கட்டையின் பரிதிக்கு இணைப்போக்கு வெட்டுகளில் (tangential sections) காணப்படுகின்ற ஃப்பூசிஃபாம் தோற்றுவிகளினமைப்புகளிலிருந்து தெரிந்துகொள்ள முடியும். ஃப்பூசிஃபாம் தோற்றுவிகள் உயரப்போக்கில் அடுக்கற்றிருந்தால், அவைகளினால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்ற கட்டை அல்லது செகண்டரி சைலத்தின் ஒரு சில திசுவகைகள் அதே நிலைமையைப் பெறுகின்றன (படங்கள் 11.3;11.4). ஆனால், ஃப்பூசிஃபாம் தோற்றுவி கள் அடுக்குற்றிருந்தால், அவைகளினால் உண்டாக்கப்படுகின்ற

ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் திசுவகைகளும் ஓரளவிற்கு அதே நிலைமையை அடைகின்றன. அடுக்குற்ற ஃப்யூசிஃபாம் தோற்றுவிகளினுலுண்டாக்கப்பட்ட எல்லா ஸெகண்டரி திசு வகைகளும், பெரும்பாலும் ஒருங்கே அடுக்குற்று காணப்படுவதில்லை. மேலும், அடுக்குற்ற நிலைமை ஒரே மாதிரியானதாக ஸெகண்டரி ஸைலம் முழுவதும் காணப்படுவதில்லை. ஏனென்றால், ஸெகண்டரி ஸைலம் தொடர்ந்து அடுத்தடுத்துண்டாகிக் கொண்டிருக்கும்பொழுது காலப்போக்கில் இந்த நிலைமை சிறிது மாறி விடுவதுமுண்டு. இந்த திசு வகைகளின் அடுக்குற்ற நிலைமை, ஒரு ஸெகண்டரி ஸைலத்தில் காணப்பட்டால் அப்படிப்பட்ட ஸெகண்டரி ஸைலத்தை திசு வரலாற்றின்படி அது கடைசி கட்டத்தையும், மிக உன்னதமான முன்னேற்ற நிலையையும் அடைந்ததைக் குறிப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது. ஏனென்றால், இந்த நிலைமை உண்டாவதற்கே, முக்கியமான அடிப்படை காரணம், ஃப்யூசிஃபாம் தோற்றுவிகளின் நீளக்குறைவாகும். இந்த நீளக்குறைவுதான் பரிணும முறையில் ஏற்பட்ட கடைசி நிகழ்ச்சியாகும். மிகக்குறைந்த சராசரி நீளத்தை உடைய ஃப்யூசிஃபாம் தோற்றுவிகள், வெஸல்களையோ அல்லது ஸெகண்டரி ஸைலத்திலுள்ள ஏனைய திசுக்களையோ தோற்றுவிக்கும்பொழுது, அவைகள் குட்டையாகவும், ஒரு ஒழுங்குற்றதும், அடுக்குற்றதுமான முறையில் அமைந்திருப்பதற்கு வாய்ப்பேற்படுகின்றது. இந்த அடுக்குற்ற நிலைமையைப் பெற்றுள்ள ஸெகண்டரி ஸைலம், இரு இலைத்தாவர இனங்களில் ஏறக்குறைய 80 குடும்பங்களிலிருப்பதாக இதுவரையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

**வளர்ச்சி வட்டங்கள்** (growth rings): மித தட்பவெட்ப நாடுகளில் வளர்ந்து வருகின்ற தாவர இனங்களின் கேம்பியம், செயல்படுகின்ற தன்மை, ஒரு ஒழுங்குற்று நிகழ்கின்ற நிகழ்ச்சியாக இருக்கின்றது என்பதை முன் அத்தியாயத்தில் தெரிந்து கொண்டோம். ஒரு குறிப்பிட்ட வளர்ச்சி காலத்திற்குள்ளேற்படுகின்ற ஸைலம், வளர்ச்சி அடுக்கு (growth layer) என்றழைக்கப்படுகின்றது (படம் 15.27). தண்டுகள் அல்லது வேர்களைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, காணப்படுகின்ற அப்படிப்பட்ட வளர்ச்சி அடுக்குகள் வளர்ச்சி வட்டங்கள் (growth rings) என்று கூறப்படுகின்றன (படம் 15.27). ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் வளர்ச்சி பருவம் சம்பந்தப்பட்ட நிகழ்ச்சியாகக் கருதப்படுகின்றது. மேலும், ஒரு குறிப்பிட்ட பருவகாலத்தில் ஒருமுறை உண்டான ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் அதிகரிப்பு ஆண்டு அடுக்கு (annual layer) அல்லது ஆண்டு வட்டம் (annual ring) என்று கூறப்படுகின்றது. இப்படி ஒரு ஒழுங்குற்ற முறையில் பருவகாலத்தைப்பொருத்து, ஒவ்வொரு தடவையும், ஸெகண்டரி

ஸைலம் உண்டாகிக்கொண்டு வரும்பொழுது, பாதிக்கக்கூடிய அளவிற்கு தட்ப வெட்பநிலைகளோ, அல்லது நோய்களோ, அல்லது வேறு வகையான காரணங்களினுல் (factors) தீமைகள் மரங்களுக்குண்டானுல், அப்படிப்பட்ட நிலைகளில் ஆண்டு வட்டம் அல்லது திசு அடுக்குண்டாவது நடுவில் பாதிக்கப்பட்டு, பிறகு மீண்டும் பழைய முறையில் வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக்கொண்டு வரும். இதனுல், ஒரு பருவத்தில் ஏற்பட்டிருக்கக்கூடிய ஒரு ஆண்டு வட்டம் அல்லது அடுக்குக்குப் பதிலாக இரண்டாவது அடுக்கு அல்லது வட்டம் ஒரு பருவ காலத்திற்குள்ளாகவே ஏற்படுகின்றது. ஒரு ஆண்டு அடுக்கு அல்லது வட்டத்திற்கு மேல் கூடுதலாக அதே பருவத்தில் மற்றுமொரு அடுக்க அல்லது வட்டம் ஏற்பட்டிருப்பதை போலி ஆண்டு வட்டம் அல்லது அடுக்கு (false annual ring or layer) என்று கூறப்படுகின்றது. இப்படி ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வளர்ச்சி வட்டங்கள், ஓராண்டில் ஏற்பட்ட வளர்ச்சி அதிகரிப்பினுல் ஏற்பட்டு இருக்குமானுல், அப்படிப்பட்டவைகள் கூட்டு ஆண்டு வட்டங்கள் (mutiple annual rings) என்றழைக்கப்படுகின்றன.

வளர்ச்சி வட்டங்களின் வரையறை அந்தந்த சிற்றினத்தின் ஸெகண்டரி ஸைலத்தைப் பொருத்தும், வளர்வதற்கான சூழ்நிலைகளைப் பொருத்தும் மாறுபடுகின்றது. மேலெழுந்தவாரியாகப் பார்ப்பதற்கு வளர்ச்சி வட்டங்களின் வரையறை, தெளிவாகத் தெரிகின்ற நிலைமை, ஸெகண்டரி ஸைலத்தினுள்ளடங்கியிருக்கின்ற திசுக்களின் அமைவு, இயல்புகளைப் பொருத்து மாறுபடுகின்றது. ஒவ்வொரு வளர்ச்சி வட்டத்தின் தொடக்கத்திலுண்டான ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் திசுக்கள் சிறிதளவு அடர்த்தியாகவும், அதனிறுதியிலுண்டானவைகள் மிக நெருக்கமாகவும், அடர்த்தியாகவும் அமைந்திருக்கின்றன. தொடக்கத்திலுண்டான ஸெகண்டரி ஸைலம் முற்பட்ட கட்டை (early wood) என்றும், இறுதியிலுண்டான ஸெகண்டரி ஸைலம் பிற்பட்ட கட்டை (late wood) என்றும் கூறப்படுகின்றன. இவைகளிரண்டிற்குமுள்ள மற்ருெரு வேறுபாடு என்னவென்ருல், முற்பட்ட கட்டையிலமைந்திருக்கின்ற திசுக்களின் ஸெல்கள், பிற்பட்ட கட்டைகளிலிருக்கின்றவைகளை விட பெரிதாகவும் அல்லது அகலமானதாகவும், ஸெல்லுறைப் பொருள்களைக் குறைந்த அளவிலும் பெற்றிருக்கின்றன. மேலே குறிப்பிட்ட இருவகையான கட்டைகளை, மித தட்ப வெட்ப நிலைகளையுடைய நாடுகளில், முற்பட்ட கட்டை, வசந்தகால கட்டை (spring wood) என்றும், பிற்பட்ட கட்டை, கோடைக்கால கட்டை (summar wood) என்றும் வேறு பெயர்களினுல் அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த இரு வகைக் கட்டைகளினுடைய திசுக்கள் ஒன்றுடன் மற்ருென்று படிப்படியாக மாறி

இரண்டறக்கலந்து காணப்படுவதுண்டு. ஆனால், ஒரு வளர்ச்சி வட்டத்தின் பிற்பட்ட கட்டை பாகத்திற்கும், முற்பட்ட கட்டை பாகத்திற்குமிடையே இருக்கின்ற வரையறை மிகத்தெளிவாக எப்பொழுதும் காணப்படும்.

வளர்ச்சி வட்டங்கள் இலை உதிர் (deciduous), இலையுதிரா (evergreen) மரங்களிலுண்டாகின்றன. தொடக்கத்தில் கூறியபடி, வளர்ச்சி வட்டங்கள் எப்பொழுதும் மித தட்ப வெட்ப பிரதேசங்களில் வளருகின்ற மரங்களில் மாத்திரம் அல்லாமல், சில வேளைகளில் வெட்ப (tropical) அல்லது உப வெட்ப நிலைகளையுடைய (subtropical) பகுதிகளில் வாழ்கின்ற மர இனங்களிலும் ஏற்படுவதுண்டு. வளர்ச்சி வட்டங்கள் இந்த வகையான சூழ்நிலைகளிலேற்பட்ட போதிலும், இவைகளுக்கிடையே ஒரு வேறுபாடு உண்டு. அதாவது, வெப்ப அல்லது உப வெட்ப பகுதிகளில் வாழ்கின்ற மரங்களில் வளர்ச்சி வட்டங்கள் குறிப்பிட்ட ஒரு சில வகை சூழ்நிலைகளில் மாத்திரமும், ஆனால் அதேசமயத்தில், மித தட்ப வெட்ப மரங்களில் எப்பொழுதும், எந்த வகை சூழ்நிலைகளிலும் உண்டாகின்றன. இந்த அடிப்படையில், முன்னது கட்டுப்பாடற்ற வளர்ச்சி வட்டம் (facultative growth ring) என்றும், பின்னது கட்டுப்பட்ட வளர்ச்சி வட்டம் (obligate growth ring) என்றும் கூறப்படுகின்றன. சாதாரணமாக இந்த வளர்ச்சி வட்டங்கள் மையத்தைச் சுற்றி பல வட்டவடிவப் பகுதிகளாக உண்டாகின்றன. ஆனால், பாதிக்கக்கூடிய சூழ்நிலைகளின் காரணமாக இவைகள் தொடர்ச்சியாக உண்டாகாமல் போவதுமுண்டு. ஆண்டு வட்டங்களின் எண்ணிக்கையை வைத்துக்கொண்டு, மரத்தின் வயதை எளிதில் கண்டுபிடிக்க முடியும். மேலும், ஆண்டு வட்டங்களுண்டாவதும், மாறுபடுவதும் சூழ்நிலைகளுக்குட்பட்டிருக்கின்றன என்ற உண்மையின் அடிப்படையில் பார்க்கும்பொழுது, ஒரு மரத்தின் நடுவே பாதிக்கப்பட்ட அல்லது மாறுபட்ட வளர்ச்சி வட்டமிருக்குமானால், அதை வைத்துக்கொண்டு சூழ்நிலையிலேற்பட்ட எதிர்பாராத நிகழ்ச்சியின் தன்மையைகுறித்தும், அது நிகழ்ந்த காலத்தைக் குறித்தும் அறிந்து கொள்ளமுடியும். உதாரணமாக, டிம்பர் (timber) கொடுக்கும் மர இனங்கள் பயிராக்கப்படுகின்ற பகுதிகளின் சூழ்நிலையில், திடீரென்று தீ விபத்தேற்பட்டு, அது அணைக்கப்பட்டு விடுவதாக வைத்துக்கொள்வோம். இந்நிகழ்ச்சிக்குப் பிறகு இப்பகுதிகளில் தொடர்ந்து வளர்ந்துவருகின்ற மரங்களின் ஆண்டு வட்டங்களை ஆராயும்பொழுது அந்த ஆண்டிலேற்பட்ட வட்டம் பாதிக்கப்பட்ட நிலையில் காணப்படும். இதிலிருந்து மரங்கள் எத்தனை ஆண்டுகள் வாழ்ந்த பிறகு தீவிபத்தேற்பட்டிருக்கின்றது என்று அறிய முடியும். மரங்கள் நடப்பட்ட ஆண்டு

தெரியுமாதலால் இந்தக் குறிப்பை வைத்துக்கொண்டு எந்த ஆண்டில் தீ விபத்து ஏற்பட்டிருக்கின்றது என்றும்தெரிந்துகொள்ள முடியும். இதுபோல, சூழ்நிலைகளைப் பொருத்து பல வகையான குறிப்புகளை ஆண்டு வட்டங்களிலிருந்து சேகரிக்க முடியும். ஆகவே, மரங்களின் வளர்ச்சி வட்டங்கள் சூழ்நிலைகளையும், பாதகமான நிகழ்ச்சிகளையும் பிரதிபலிக்கக்கூடிய கண்ணாடி என்றும், நிகழ்ச்சி களேற்படுகின்ற காலத்தை அறிவிக்கக்கூடிய உயிரியல் கெடிகாரம் (biological clock) என்றும் கூறுவது மிகையாகாது.

**சாற்றுக் கட்டையும், இருதயக் கட்டையும் (Sapwood and heart-wood)** : ஸெகண்டரி சைலத்திலுள்ள வெவ்வேறு திசுவகைகள், அவைகள் செய்து வருகின்ற செயல்களுக்குத் தகுந்தவாறு உன்னத நிலையை அடைந்திருக்கின்றன. உதாரணமாக, வெஸல்கள் நீரையும், கரைசலையும் செலுத்தும் செயலுக்குத் தகுந்தவாறு உள்ளமைப்பையும், இயல்புகளையும் பெற்று, சிறந்ததொரு முறையிலுண்டாகி இருக்கின்றன. இதுபோல், நார்த்திசுக்கள் வலிவையும், கட்டைக்கு கடினத்தன்மையை ஏற்படுத்துவதற்கு வேண்டிய அளவிற்கு இயல்புகளையும் பெற்று உன்னத நிலையை அடைந்திருக்கின்றன. டிரக்கீட்கள், செலுத்துதல் செயலையும், வலிவையும், ஓரளவிற்குக் கடினத்தன்மையைக் கொடுக்கக்கூடிய இயல்புகளையும் பெற்று அவைகளுக்குரித்தான செயல்களைச் செய்து வருகின்றன. செலுத்துதல், வலிவைக் கொடுத்தல் போன்ற செயல்களைச் செய்து வருகின்ற திசுக்களின் ஸெல்கள் புரோட்டோபிளாஸத்தை இழந்து பக்குவமடைந்து செயல்படுகின்றன. ஸெகண்டரி சைலத்திலுள்ள உயிருற்ற ஸெல்கள், சைலம் செவ்வனே வேலை செய்து கொண்டு வருகின்ற காலம் வரையில், உணவுப் பொருள்களை செலுத்துதலிலும், சேமித்தலிலும் போன்ற செயல்களிலீடுபட்டு வருகின்றன. கடைசியாக, இந்த உயிருற்ற ஸெல்களும் இறந்துபடுகின்றன. ஆனால், இந்த நிலை ஏற்படுத்துவதற்கு முன்பாக, பல வகையான மாறுதல்கள் குறிப்பாக, இரசாயன மாறுதல்கள் ஸெகண்டரி சைலத்திலேற்பட்டு, அதன் காரணமாக செயல் புரிகின்ற சாற்றுக் கட்டையும், செயலற்ற இருதயக் கட்டையுமாக இருவகைக் கட்டை பாகங்கள் உண்டாகின்றன. இந்த நிலைமை, ஒரு மரத்தில் ஸெகண்டரி சைலம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிலுண்டான பிறகு தான் ஏற்படுகின்றது.

சாற்றுக் கட்டைக்கும், இருதயக் கட்டைக்குமுள்ள வேற்றுமைகள், அவையவைகளின் அமைப்பைப் பொருத்து மட்டுமல்லாமல் குறிப்பாக, இரசாயன அடிப்படையிலுமுண்டாகின்றன. ஒரு

மரத்திற்கு வயது அதிகரித்துக்கொண்டு வரும்பொழுது, தொடக்கத்தில், அதாவது, மரத்தின் மையத்தைச் சுற்றி உண்டான ஸெகண்டரி ஸைலம் கீழ்க்காணும் மாறுதல்களை வரிசைக் கிரமமாகவும், தொடர்ச்சியாகவும் பெறுகின்றது.

அவைகளாவன: (1) நீரை இழத்தல் (2) உணவுப்பொருள்களைச் சேமித்தல் (3) பல வகையான அங்ககப்பொருளினால் (organic substances) நிரப்பப்படுதல். உதாரணங்கள், எண்ணெய்கள், பிசின்கள், ரெசின்கள், டேன்னின்கள், வாசனைப்பொருள்கள், வண்ணப் பொருள்கள் முதலியவைகள். இவைகளில் சிலவகைப் பொருள்கள் ஸெல்லுறைகளில் படிகின்றன. வேறு சில வகைகள், ஸெல் லறைகளை (lumina) அடைகின்றன. ஸெல்லடக்கப்பொருள்கள், சில இனக்கட்டைகளின் இருதயக்கட்டைப் பாகத்திற்குரித்தான நிறத்தைக் கொடுக்கின்றன. உதாரணமாக, டியோஸ்பிரோஸ் (Diospyros) இனங்களின் இருதயக் கட்டைகள் பார்ப்பதற்குகறு மையாகவும், பச்சையாகவும், சிகப்பாகவுமிருக்கின்றன. சிலவகை இருதயக் கட்டைகள் மஞ்சள் நிறத்துடனும் காணப்படுகின்றன. இவைகளுக்குக் காரணம், அந்த குறிப்பிட்ட பாகங்களில், இந்த நிறங்களைக் கொடுக்கக்கூடிய வண்ணப்பொருள்கள் நேர்முகமாகவோ மறைமுகமாகவோ அல்லது வேறு பல வழிகளிலோ உண்டாகிவிடுகின்றன. எப்படியிருந்தபோதிலும், வண்ணப் பொருள்களுண்டாவது, நிதானமாகவும், மெதுவாகவும் ஏற்படக் கூடிய ஒரு இரசாயன மாறுதலாகும். சிலவகைக் கட்டைகளின் வெஸல்களினுட்புறங்களை நோக்கி குமிழிகள் (tyloses) உண்டாகி அதனால் நீர் செலுத்தும் செயலை இழந்து உலர்ந்து விடுகின்றன. ஆனால், ஜிம்னோஸ்பர்ம்களில், டோரை (tori) என்ற அமைப்பைப் பெற்றுள்ள குழி மெம்பரேன் (pit membrane), வரை (border) பக்கமாக ஒதுங்கி குழி துவாரத்தை (pit aperture) மூடிவிடுவதால் குழிகளடைபட்டு விடுகின்றன. இந்த நிலையை, இழுத்தல் (aspiration) என்று சொல்லுகின்றார்கள். இந்த நிலையேற்பட்ட பிறகு டிரக்கியரி ஸெல்கள் இயற்கையாக செய்யக்கூடிய செயல் பாதிக்கப் படுகின்றது. இவ்வழிகளில் மாறுபட்ட நிலைகளைப் பெற்றுள்ள ஸெல்களும், திசுக்களும் அமைந்துள்ள மையப்பாகம், உலர்ந்து செயலற்றுப் போய்விடுகின்றது. இவ்வாறாக பலவகை மாறுதல்கள் ஒன்றன்பின்னொன்றாக தொடர்ந்து ஏற்பட்டுக் கொண்டிருப்பதின் மூலம், மையத்தைச் சுற்றியுள்ளதும், தொடக்கத்திலுண்டானது மான ஸெகண்டரி ஸைலம், நாளடைவில் செயலிழந்து இருதயக் கட்டையாக மாறி விடுகின்றது. இந்த மாற்றங்கள் தொடர்ந்து மென்மேலும் வெளிப்புறத்தை நோக்கி, ஏற்பட்டுக் கொண்டிருப்ப தோடல்லாமல், இந்த வகை மாற்றங்களினால், செயல்பட்டுக்

கொண்டு வருகின்றதும், இருதயக் கட்டை பாகத்தையடுத்துள்ளது மான சாற்றுக் கட்டை பாகமும் படிப்படியாக மாறிக்கொண்டு செல்ல வாய்ப்பு நேரிடுகின்றது. இருதயக் கட்டை பாகம், முன்னுள் செய்து கொண்டு வந்த செலுத்தும் செயலை இழந்துவிட்ட போதிலும், மேலே விவரிக்கப்பட்ட புதிதாக ஏற்பட்ட மாற்றங் களின் மூலம், அது வேறு வகையில் மரங்களுக்குப் பயனுள்ளதாக மாறிவிடுகின்றது. உதாரணமாக, ஸெகண்டரி சைலத்தை அல்லது கட்டையை கெட்டியாகச் செய்கின்றது. மேலும், இது சாற்றுக் கட்டைப் பாகத்தை விட, அதிக காலத்திற்கு நிலைத்து நிற்கக்கூடிய தன்மையை மரத்திற்குக் கொடுக்கின்றது. இது நுண் உயிரி னங்களினுல் (microorganisms) தாக்கப்பட்டு அழிக்கப்படு வதுமில்லை. இந்தக் கட்டைபாகத்தில் நீர்ப்பொருள்கள் எளிதில் ஊடுருவிச்செல்ல முடிவதில்லை. ஒரு காலத்தில் சாற்றுக் கட்டை யாக இருந்து செயல்பட்டு வந்த இந்த கட்டைப் பாகம், பிறகு இரசாயன மாறுதல்களினுல் இருதயக் கட்டையாக மாறிவிட்ட போதிலும், இதன் வலிவுத்தன்மை குறைந்து விடுவதுமில்லை, குறைக்கப்படுவதுமில்லை என்பதை அறிய வேண்டும். சில வேளைகளில், நோயின் விளைவாகவும், வேறு சில உதாரணங்களில் வெகு சீக்கிரமாகவும், வேறு சில வேளைகளில் மிகவும் தாமதித்தும் இருதயக் கட்டை உண்டாகலாம். மேலும், எல்லா மர இனங் களிலும், மேற்கூறப்பட்ட மாற்றங்களேற்பட்டு இருதயக் கட்டைப் பாகம் உண்டாகின்றது என்று கூறிவிடமுடியாது.

**குமிழிகள் (Tyloses) :** குமிழிகள் என்பவை, வெஸல்களைச் சூழ்ந்திருக்கின்ற பாரங்கைமா ஸெல்களின் ஸெல்லுறைகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி, வெஸல்களின் பக்க உறைகளில் காணப்படு கின்ற, குழிகளின் வாயிலாக, வெஸல் ஸெல் அறையினுட்புறம் நோக்கி வளர்ந்து, மேற்கொண்டு விரிவடைந்து காணப்படுகின்ற, பலூன் (balloon) போன்ற தோற்றத்தை உடைய அமைப்பு களாகும் (படம் 11.16). இவைகள் சாதாரணமாக வெஸல்களின் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் அவைகளினுள்ளே காணப்படுகின்றன. குமிழிகள் பிரைமரி, ஸெகண்டரி சைலத்திலுள்ள வெஸல்களில் காணப்பட்டபோதிலும், பின்னதில்தான் இவைகள் பெரும்பாலும் காணப்படுகின்றன. குமிழிகள், ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில்தான் உண்டாக முடியும். உதாரணமாக, வெஸல்களைச் சூழ்ந்து, சைலம் அல்லது உயரப்போக்கு பாரங்கைமா அமைந்திருக்கும்பொழுதும், அல்லது ரே பாரங்கைமா அடுத்திருக்கும்பொழுதும்தான் இவைகள் தோன்றமுடியும். இவைகள் தோன்றும்பொழுது, பாரங் கைமா ஸெல்களுக்கும் வெஸல்களுக்கும் இடைபட்ட பொது ஸெல் லுறைகளில் காணப்படுகின்ற அரைவட்ட குழிகளின் மெல்லிய

குழி மெம்பரேன்கள் வளர்ந்து விரிவடைகின்றன. கடைசியில், வெஸல்களின் உட்புறத்தை நோக்கி அமைகின்றன. இந்த வகைகளில் வளர்ந்த குமிழிகளினுள்ளே, சூழ்ந்திருக்கும் பாரங்கைமா ஸெல்களின் ஸைட்டோபிளாஸமும், நூக்ளியஸும் வந்தடைகின்றன. ஆதலால், ஒரு குறிப்பிட்ட வளர்ச்சி நிலை வரையில் இந்தக் குமிழிகளை உயிருற்றவைகள் என்று கருதலாம். ஒரு நிலையில், அதாவது முற்றிலும் வளர்ந்து முதிர்ச்சியுற்ற பிறகு, இந்தக் குமிழிகளில் பலவகையான பொருள்களை அதாவது படிகங்கள், ரெஸின், பிசின் முதலியவைகளைக் காணமுடியும். இவைகளின் அளவு குறைந்தோ அல்லது அதிகமாகவோ இருக்கலாம். மேலும், ஒரு வெஸலை எடுத்துக்கொண்டால், அதிலுள்ள குமிழிகள் சிறியனவாகவோ அல்லது பெரியனவாகவோ, பல வகையான வடிவங்களோடு இருப்பதுண்டு. மேலும், இவைகளின் எண்ணிக்கையினளவும் மாறுபடுவதுமுண்டு. குமிழிகளின் அமைவு, வடிவம் அவைகளடங்கியிருக்கின்ற வெஸல்களின் குறுக்களவை அல்லது அகலத்தைப் பொருத்தும், சிலசமயங்களில், அவைகளுடன் அடுத்து சேர்ந்திருக்கின்ற பாரங்கைமா ஸெல்களின் அடர்த்தியுற்ற தன்மையைப் பொருத்தும் மாறுபடுகின்றன. இந்தக் குமிழிகளின் ஸெல்லுறை சாதாரணமாக மிக மெல்லியதாகவும், சில வேளைகளில் தடிப்புற்றுமிருக்கின்றன. இவைகளின் ஸெல்லுறைகள், சில வேளைகளில் சுருக்கமுற்றும், மடிப்புகளுடனும், வேறு சில சமயங்களில் தளர்ந்த நிலைகளிலும் காணப்படுகின்றன. குமிழிகள் ஒரு வெஸல் ஸெல்லிற்குள்ளே அடர்த்தியாகவும், நெருக்கமாகவும் அமைந்திருக்கும்பொழுது அவைகளுக்கிடையே ஏற்படுகின்ற பரஸ்பர அமுக்கத்தின் காரணமாக அவைகளின் பக்க உறைகள் பல பக்கங்களைப் பெறுவதற்குரிய ஓர் சூழ்நிலை ஏற்படுகின்றது. ரோபீனியா (Robinia), மக்லூரா (Maclura) போன்ற இனங்களில், இந்தக் குமிழிகளினுள் ஒவ்வொன்றிற்கும் ஸெல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்டு ஒன்றுக்குப் பதிலாக பல ஒன்று சேர்ந்த ஒரு கூட்டு அமைப்பைக் காணலாம்.

மேலே குறிப்பிட்ட உண்மைகள் ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்கள் வெஸல்களில் காணப்படுகின்ற குமிழிகளைப் பொருத்ததாகும் ஆனால் கோனிஃபர்களிலும் இந்தக் குமிழிகள் போன்ற அமைப்புகளுண்டாவதுண்டு. இவைகளின் வளர்ச்சியைப் பொருத்தமட்டில் ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் குமிழிகளிலிருந்து மாறுபடுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கோனிஃபர்களின் குமிழிகள் போன்ற அமைப்புக்கள் ரெஸின் குழாய்களின் உட்புறமாகச் சூழ்ந்திருக்கும் எப்பித்திலியம் (epithelium) ஸெல்கள் மேற்கொண்டு வளர்ந்து விரிவடைதினுலுண்டாகின்றன. இந்த அடிப்படையில் இவைகளை

முன்னதிலிருந்து பிரித்தறிவதற்காக வேண்டி இவைகளை குமிழி ஒத்தவைகள் (tylosoids) என்று அழைக்கலாம்.

குமிழிகள் சில சிற்றினங்களில் மிகுதியாகவும் அவைகளுக்கே உரித்தான முறையிலுண்டாகி இருப்பதைப் பார்க்கலாம். மற்றவைகளில் இவைகள் அறவே இயற்கையான முறைகளில் தோன்றுமலிருக்கின்றன. பெரும்பாலும் இவைகள் சாற்றுக் கட்டை இருதயக் கட்டையாக மாறும்பொழுது உண்டாகின்றன. உதாரணமாக கூக்கூர்பித்தா (Cucurbita), கோலியூஸ் (Coleus), ஸிஸ்ஸுஸ் (Cissus) போன்ற பேரினங்களிலும் பொதுவாக கொடி வகைகளிலும் இவைகளுண்டாகின்றன. பொதுவாக பாரங்கைமாத் திசு குறைந்து காணப்படுகின்ற ஸைலத்தில் இவைகளை எதிர்பார்க்க முடியாது. குமிழிகள் இயற்கையாக உண்டாவதோடல்லாமல், செயற்கை முறையிலும் அதாவது செடிகளின் பாகங்களுக்குக் காயம் ஏற்படும் பொழுதும் அல்லது மரத் தண்டுகளையும், கிளைகளையும் வெட்டுவதினாலும், இலைகள் உதிர்கின்ற காரணங்களினாலும், இவைகள் பாதிக்கப்பட்ட பகுதியை அடுத்துள்ள வெஸல்களில் தோன்றுகின்றன.

இவைகளின் உபயோகம் என்னவென்றால், கட்டைகளுக்கு வேண்டிய நீடிக்குந்தன்மையை (durability) ஓரளவிற்குக் கொடுக்கின்றன. இவைகள் உண்டாவதின் மூலம் முற்றிலும் அல்லது ஓரளவிற்கு வெஸலறைகள் அடைபட்டுவிடுவதினால் இவைகளினுள்ளே காற்று, நீர், பூஞ்சி (Fungi) வகைகள் நுழைவதற்கில்லை. இவைகளுண்டான பிறகு வெஸல்கள் நீரைச் செலுத்தக் கூடிய சக்தியை இழந்து விடுவதினால், குமிழிகளைப் பெற்றுள்ள கட்டைகளை ஒரு குறிப்பிட்ட வேலைக்கு அதாவது நீரைச் சேமிக்கக் கூடிய கலயங்கள் செய்வதற்கும் (cooperage), நீருடன் சம்பந்தப்பட்ட பலவகையான அமைப்புச் சாதனங்கள் முதலியவைகள் செய்வதற்கும் இவைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஜிம்னோஸ்பர்ம்கள் கட்டை (Gymnosperms wood): ஜிம்னோஸ்பர்ம்களின் கட்டைகள் மென்கட்டைகள் (soft woods) என்றும் ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் கட்டைகள் கடினக்கட்டைகள் (hard woods) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலான ஜிம்னோஸ்பர்ம்களின் கட்டைகளை ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களினதிலிருந்து முக்கியமான ஒரு அடிப்படையில் எளிதில் பிரித்தறியலாம். அதாவது முன்னதின் [நீத்தேலிஸ் (Gnetales) தவிர] எந்த உறுப்புக்களிலும், எப்பொழுதும் வெஸல்கள் காணப்படுவதில்லை. ஆனால் பின்னதின் உறுப்புக்களிலெல்லாம் (ஏறக்குறைய 100 சிற்றினங்களைத் தவிர) வெஸல்கள் எப்பொழுதும் உண்டாகியிருக்கின்றன. மேலும், இந்த

இருவகையானக் கட்டைகளுக்கிடையே மற்றொரு வேறுபாடு உயரப்போக்கு அல்லது ஸைலம் பாரங்கைமாவைப் பொருத்துக் காணப்படுகின்றது. ஜிம்னோஸ்பர்ம்களின் கட்டைகளில் உயரப் போக்கு அல்லது ஸைலம் பாரங்கைமா மிகக் குறைந்த அளவில் உண்டாகின்றது. ஆனால், ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம் கட்டைகளில் இது குறிப்பிடத்தக்க அளவிலிருப்பதோடல்லாமல் வெவ்வேறு அமைவு முறையினடிப்படையில் அமைந்து இருப்பதையும் பார்க்கலாம்.

**உயரப்போக்குத் திசுத் தொகுப்பு (Axial system):** உயரப் போக்குத் திசுத் தொகுப்பில், குறிப்பாகவும் அதிக அளவிலும் காணப்படக்கூடிய திசு டிரக்கீட்களாகும். இந்த டிரக்கீட்களின் சராசரி நீளம் 0.5—11 மி.மீ. வரை மாறுபட்டு இருக்கும். டிரக் கீட்கள் தனக்கென்று சில சிறந்த இயல்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. உதாரணமாக, ஒரு தனிப்பட்ட டிரக்கீட் 14-பக்கங்களை உடையது என்று கருதப்படுகின்றது. ஆனால், சாதாரணமாக அது 18 பக்கங் களிலிருந்து 22 பக்கங்கள் வரை பெற்றிருப்பதுமுண்டு. டிரக் கீட்களின் பக்க உறைகளில் காணப்படுகின்ற குழிகள் எல்லாம் வரையுற்ற வகையினதாக இருக்கும். இந்த வரையுற்ற குழிகள் முட்டை அல்லது வட்ட வடிவத்தில் காணப்படுகின்றன. இவை களின் அமைவு முறை சில வேளைகளில், பேரினத்தைப் பொருத்து குறிப்பிடத்தக்க சிறப்பான இயல்பாக ஏற்பட்டிருக்கின்றது. உதாரணமாக, தேக்சோடியேஸி (Taxodiaceae), பீனேஸி (Pinaceae) என்ற குடும்பங்களைச் சார்ந்தவைகளின் முற்பட்ட கட்டையின் டிரக்கீட்களில் உயரப்போக்கில் ஒரு வரிசையாக எதிர் அமைவுடன் காணப்படுகின்றன (படம் 11.7). ஆனால், ஆரவுக்கேரி யேஸி (Araucariaceae) என்னும் குடும்பத்தைச் சார்ந்தவைகளில் வரையுற்ற குழிகள் மாற்று அமைவுடன் அமைந்திருக்கின்றன. குழி ஜதைகள் பெரும்பாலும் டிரக்கீட்களின் பக்க உறைகளைக் காட்டிலும் நுன் உறைப்பாகங்களில் தான் அதிக அளவிலும் சில வேளைகளில், மிக நெருக்கமாகவும் அமைந்திருக்கின்றன. இந்த நுனி உறை பாகங்களின் மூலம் தான் ஒரு டிரக்கீட் மற்றொரு டிரக்கீட் உடன் ஒன்றின் மேலொன்றாக இணைந்து உயரப்போக்கில் அவைகள் தொடர்ச்சியாக அமைந்திருக்கின்றன. ஆரப்போக்கு பக்க செல்லுறைகளில் (radial walls) வரையுற்ற குழிகள் பொதுவாக அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. ஆனால் பிற்பட்ட கட்டைப் பாகத்திலுள்ள டிரக்கீட்களில் பரிதிக்கு இணைப்போக்குப் பக்க உறைகளில் (tangential walls) மட்டும் குழிகள் அமைந்திருக் கின்றன. இந்த வரையுற்ற குழிகளின் நடுவே டோரை (tori) என்ற அமைப்பு சாதாரணமாக எல்லாப் பேரினங்களிலும் (நீத்தும், Gnetum; வெல்விச்ஸ்க்யா, Welwitschia; சிக்கஸ் ரிவல்யூத்தா,

Cycas revoluta ; என்ஸெஃபலார்த்தோஸ், Encephalartos என்பவை களைத் தவிர்த்து) காணப்படுவதாக சமீப காலத்தில் எலக்ட்ரான் மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் தெளிவுபடுத்தப்பட்டிருக்கின்றது. நீர் செல்லுவதும், செலுத்தப்படுவதும் இந்த வரையுற்ற குழிகளின் வாயிலாகத்தான் என்று காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. ஆஞ்ஜியோஸ் பர்ம்களில் காணப்படுகின்ற லிப்ரிஃபாம் நார்த்திசுக்கள், ஜிம்னோஸ் பர்ம்களில் உண்டாவதில்லை.

டிரக்கீட்களில் வேறு சில அமைப்புகள் இனத்தைப் பொருத்து உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். குழி ஜதைகளுக்கு இடைப் பட்ட பாகத்தில் ஸெல்லிடைப் பொருள் (intercellular substance) அதிகரித்து தடிப்புத்தன்மை அடைவதினால் அவைகள் ஒவ்வொன்றுக்கும் மேலும் கீழுமாக புருவம் போன்ற தடிப்புகள் தோன்றுகின்றன (படம் 11.7). இந்த வகைத் தடிப்புகள் கிரேஸ்ஸுலே (crassulae) என்றும், சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வரை இவைகள் ஸேனியோவின் தடுப்பு சட்டங்கள் (bars of Sanio) என்றும் அழைக்கப்பட்டு வந்தன. வேறு ஒரு வகையான அரிதான ஸெல்லினுட்புற அமைப்பு, குறுக்கு சட்டங்களாக ஸெல்லினுட் பாகத்தில், பரிதிக்கு இணைப்போக்கு ஸெல்லுறையிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு குறுக்காக அமைந்திருக்கக் கூடியவைகளாகும். இவைகளுக்கு டிரபிக்குலே (trabeculae) என்று பெயர்.

ரேக்களும் அவைகளின் அமைப்பும் (Rays and structure) : எவ்வாறு ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களில் வெஸல்கள் ரேத் திசுக்களுடன் தொடர்புற்றிருக்கின்றனவோ அதுபோல ஜிம்னோஸ்பர்ம்களின் டிரக்கீட்களும் அவைகளுடன் இணைந்து சம்பந்தப்பட்டு இருக் கின்றன. ஆனால், முன்னதின் ரேத் திசுவின் அமைப்பிற்கும் வகை களுக்கும் பின்னதின் அமைப்பிற்கும், வகைகளுக்கும் பெருமளவில் வேறுபாடுகளிருக்கின்றன. ஜிம்னோஸ்பர்ம்களின் ரேத் திசுக்கள் பாரங்கைமா ஸெல்களினாலோ அல்லது பாரங்கைமாவும் டிரக்கீட் களும் கலந்தோ உண்டான திசுவாகும். இந்த வகை ரேத் திசு, அதாவது, ரே டிரக்கீட்களையும் பாரங்கைமாவையும் ஒருங்கே பெற்றுள்ள தன்மையை, பினேஸி (Pinaceae) என்னும் குடும்பத் தைச் சேர்ந்த பெரும்பாலான பேரினங்களில் காணலாம். ரே பாரங்கைமா ஸெல்லுறைகள் பிரைமரி ஸெல்லுறைகளாக இருக் கின்றன. சமீபகாலத்தில், சில இனங்களின் ஸெல்லுறைகளை எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்பின் உதவியைக் கொண்டு ஆராய்ந்து பார்த்ததில் அவைகளுக்கு ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகளுமிருப் பதாகக் காட்டியிருக்கின்றனர்கள்.

கோனிஃபர்களின் ரேக்களைக் குறுக்குவெட்டில் பார்க்கும் பொழுது அதாவது அவைகளின் கட்டையை பரிதிக்கு இணைப் போக்கில் (tangential) வெட்டிப் பார்க்கும்பொழுது ரேக்கள் எல்லாம் ஒரு ஸெல் அகலத்துடனும், 1-20 சில வேளைகளில், 50 ஸெல்கள் அடங்கிய உயரத்துடனும் காணப்படும் (படம் 11.3). ரேக்களிடையே ரெஸின் குழாய் (resin duct) தோன்றியிருக்கு மானுல் அப்பொழுது, அவைகளின் வடிவம் சாதாரணமானவை களின் வடிவத்திலிருந்து மாறுபட்டு மத்திய பாகத்தில் விரிந்தும், இரு நுனி பாகங்களும் குவிந்தும் கதிர்கோல் வடிவத்தை (spindle shaped) ஒத்தும் காணப்படும். இந்த வடிவத்தை உடைய ரேக்கள் ஃப்பூசிஃபாம் ரேக்கள் (fusiform rays) என்றழைக்கப் படுகின்றன. இந்த ஃப்பூசிஃபாம் ரேக்களின் மத்திய பாகத்தில் மட்டும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஸெல்களுண்டாகி அவைகளின் அகலத்தை விரிவடையச் செய்கின்றன.

ரே ஸெல்களுக்கு ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகள் இருக்கும் பொழுது அவைகளில் வரையுற்ற குழிகள் காணப்படும். இப்படிப்பட்ட ஸெல்கள் ஒன்றுடன் மற்றென்று சேர்ந்திருக்கும் பொழுதும், அல்லது உயரப்போக்கிலமைந்திருக்கக்கூடிய டிரக்கீட் களுடன் சம்பந்தப்பட்டிருக்கும்பொழுதும் வரையுற்ற குழி ஜதை களுண்டாகின்றன. ஆனுல், பிரைமரி ஸெல்லுறைகளைப் பெற் றுள்ள ரே பாரங்கைமா ஸெல்கள் டிரக்கீட்களுடன் சம்பந்தப் பட்டிருக்கும்பொழுது அரை வரையுற்ற குழி ஜதைகள் (half bordered pit-pairs) உண்டாகின்றன. எப்படியிருந்தபோதிலும், குழி ஜதைகளின் தன்மை, அளவு, வடிவம், பரவியிருக்கின்ற முறை முதலியவைகள் இனங்களுக்குரித்தான இயல்புகளாக இருப்ப தோடல்லாமல், இவைகளின் அடிப்படையில் இனங்களையும் குடும்பங்களையும் பிரித்தறியவும், இன வரலாற்றைக் குறித்து அறிந்து கொள்வதற்கும் உதவுகின்றன. பாரங்கைமா ஸெல்களும் டிரக்கீட்களும் தொடர்புற்று குழி ஜதைகள் காணப்படுகின்ற பகுதிகளுக்கு சந்தி இடங்கள் (cross fields) என்று பெயர்.

**ரெஸின் குழாய்கள் (Resin ducts)**: ரெஸின் குழாய்கள், ரெஸின் என்ற பொருளைச் சுரந்து தன்னகத்தே அடக்கி வைத்திருப்பனவும், குழாய்கள் போன்ற தொடர்ச்சியான அமைப்பை உடையனவும் ஆகும். பாரங்கைமா ஸெல்கள் ஒன்றி லிருந்து மற்றென்று பிரிந்து பிறகு விலகி விடுவதினுல் அவை களுக்கு மத்தியில் இடைவெளிகள் தோன்றி இவைகளுண்டா கின்றன. இப்பொழுது இந்த இடைவெளிகளைச் சூழ்ந்திருக்கும், அதாவது பிரிந்து விலகி இருக்கும் பாரங்கைமா ஸெல்களில் ஸெல்

பிரிதல்கள் ஏற்படுகின்றன. இந்த வகையில் உண்டாகின்ற செல்கள் வரிசைக் கிரமமாக புதிதாக ஏற்பட்ட இடைவெளியைச் சூழ்ந்து அமைகின்றன (படம் 13.10). இந்த செல்கள் உயிருற்றவைகளும் ரெஸின் எனும் பொருளைச் சுரக்கக் கூடியவைகளுமாகும். இந்த செல்களின் வரிசை எப்பித்தீலியம் (epithelium) என்றழைக்கப்படுகின்றது (படம் 13.10). எப்பித்தீலியம் செல்களில் கடைசியில் டைலோஸாய்ட்கள் (tylosoids) என்று சொல்லப்படுகின்ற குமிழிகள் போன்ற அமைப்புகள் ரெஸின் குழாய்களின் உட்புறம் நோக்கி சூழ்ந்திருக்கும் செல்கள் விரிவடைவதினால் உண்டாகின்றன. இந்த நிலையில் ரெஸின் குழாய்கள் செயலிழந்து போய் விடுகின்றன. இந்த டைலோஸாய்ட்கள் குமிழிகளிலிருந்து (tyloses) ஒரு குறிப்பிட்ட அடிப்படையில் மாறுபடுகின்றன. முன்னது, பின்னதைப்போன்று குழிகளின் (pits) மூலமாக வளர்ந்து உண்டாவதில்லை. இதற்கு மாறாக ரெஸின் குழாய்களைச் சூழ்ந்திருக்கும் உயிருற்ற பாரங்கைமா செல்கள் நேரிடையாக வளர்ந்தும் விரிவடைந்தும் ரெஸின் குழாய்களை மூடிவிடுகின்றன. ரெஸின் குழாய்கள் இயற்கையாகவும் செயற்கையாகவும் பாதிக்கக்கூடிய வெட்ப தட்ப நிலைகளிலும், காற்று, உறைபனிகளினாலும், காயங்கள் ஏற்படும்பொழுதும், அதிர்ச்சியின் காரணமாகவும் உண்டாகலாம். இயற்கையிலுண்டான ரெஸின் குழாய்கள் நீண்டும் தனிப்பட்டும் இருக்கின்றன. ஆனால், செயற்கையாக உண்டான ரெஸின் குழாய்கள் உருண்டை வடிவம் போன்று (cystlite) பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் வரிசைக் கிரமமாக உண்டாகின்றன. சில ஆராய்ச்சியாளர்களின் கொள்கையின்படி மேற்கூறப்பட்ட ரெஸின் குழாய் வகைகள் பாதிக்கப்பட்ட நிலைகளிலுண்டாகின்றன என்று கருதுகின்றார்கள்.

ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம் கட்டை (Angiosperm wood): ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம் கட்டைகள் என்பது குறிப்பாகவும், பொதுப்படையாகவும் இரு விதையிலைத் தாவரங்களின் செகண்டரி சைலத்தைக் குறிப்பதாகும். செகண்டரி சைலமும், கட்டை என்று வழக்கில் உபயோகிக்கப்படும் சொல்லும் ஒன்றையே குறிப்பதாகும். ஆனால், சில ஒரு விதையிலை மர இனங்களில் செகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்பட்ட போதிலும் அதனாலுண்டாகின்ற செகண்டரித் திசுக்களடங்கிய பாகத்தை கட்டை என்று கூறிவிட முடியாது. ஏனென்றால், இதில் செகண்டரி திசுக்கள் கெட்டித் தன்மையை அடையக்கூடிய அளவிற்கு ஒருமைப்பாடுடன் அமைந்திருப்பதில்லை. இருந்த போதிலும், சில சமயங்களில், தென்னை, பனை, போன்ற மரங்கள் ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களின் பிரிவைச் சார்ந்தபோதிலும் இவைகளின் தண்டுபாகத்தைக் கட்டையாக மதித்து, பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

இரு விதையிலேத் தாவர இனங்களைச் சார்ந்த மரங்களின் ஸெகண்டரி ஸைலம் அல்லது கட்டை மனித வாழ்க்கைக்கும் நாகரீகத்திற்கும் எந்த அளவு பயன்படுகின்றது என்பது கூருமலேயே விளங்கும். வர்த்தகத்துறையிலும், மனித வாழ்க்கைக்கு வேண்டிய எல்லாவகை சாதனங்களுக்கும் ஸெகண்டரி ஸைலம் நாகரீகம் அடைந்த நாடுகளிலெல்லாம் ஒவ்வொரு ஆண்டும் உபயோகப்படுத்துகின்ற நிலைமை அளவு, மென்மேலும் அதிகரித்துக் கொண்டே வருகின்றது என்பதிலிருந்து இதனுடைய முக்கியத்துவத்தைத் தெரிந்து கொள்ளமுடிகின்றது. வாழ்க்கைக்கு முக்கியமான மற்ற பொருள்கள், சாதனங்கள் போலன்றி எப்பொழுதும் இயற்கையில் கிடைக்கக் கூடியதும், சில வேளைகளில், உலோகங்களை விட மிகவும் மலிவானதாகவும் இருப்பதிலிருந்து இது எந்த அளவிற்கு விரும்பப்படக் கூடியதாக இருக்கின்றது எனும்உண்மைத் தெரிகின்றது.

பொதுவாக, இரு விதை இலை மரங்களின் ஸெகண்டரி ஸைலம் அல்லது கட்டைகளில் வெஸல்கள், நார்த்திசுக்கள், டிரக்கீட்கள், நார் டிரக்கீட்கள், லிப்ரிஃபாம் நார்த்திசுக்கள், ஸைலம் பாரங்கைமா, ரேத் திசு, முதலியவை அடங்கியிருக்கின்றன. மேற் கூறப்பட்ட வகையில் ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் உள்ளமைப்பு இருப்பதிலிருந்து அதை பிரித்தறிவதற்கு பல வகையான இயல்புகள் அவைகளின் மூலம் நமக்குக் கிடைக்கின்றன. உதாரணமாக, வெஸல்கள் அமைப்பும், பரவியிருக்கின்ற முறைகளும், ரே வகைகளும், அவைகள் பரவியிருக்கின்ற முறைகளும், ஸைலம் பாரங்கைமாவின் அமைப்பு, பரவியிருக்கின்ற முறை, திசுக்களின் அடுக்குற்ற, அடுக்கற்றத் தன்மை, நுனி உறை திறவு தட்டுகளின் வகைகள், ஸெல்லுறைக் குழிகள் வகை, அவற்றின் அமைவு முதலிய இன்னோரன்ன இயல்புகள் வெவ்வேறு இனங்களின் ஸெகண்டரி ஸைலங்களைப் பிரித்தறிகின்ற படிப்பினைகளிலும், ஆராய்ச்சிகளிலும் பெரிதும் பயன்படுபவைகளாக இருக்கின்ற காரணத்தினுல்அப்படிப் பட்ட இயல்புகளில் சிலவற்றைக் குறித்து இங்கு கவனிப்போம்.

**வெஸல்கள் பரவியிருக்கின்ற தன்மை** (*Distribution of vessels*) **:** வெஸல்கள் அடங்கிய ஸெகண்டரி ஸைலத்தைக் குறுக்கு வெட்டில் லென்ஸ் 10 X (lens 10 X) மூலம் சிறிது பெரிதுபடுத்திப் பார்க்கும்பொழுது துளைகள் (pores) பல நிறைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்தத் துளைகள் ஒவ்வொன்றும் வெஸலின் குறுக்கு வெட்டு வடிவத்தைக் குறிக்கின்றது (படங்கள் 11.13;11.14). இந்தத் துளைகள் இரு விதங்களில் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்க

லாம். ஒரு வகைக் கட்டைகளில் ஒத்த குறுக்களவையுடைய துவாரங்கள் ஒவ்வொரு வளர்ச்சி வட்டத்திற்குள்ளும் ஒரே முறையில் பரவியிருக்கும். இந்த வகை ஸெகண்டரி சைலம் அல்லது கட்டை பரந்த துளைக் கட்டை (diffuse porous wood) எனக் கூறப் படுகின்றது (படம் 11.13). அதே சமயத்தில், ஒரு கட்டையில் அல்லது ஸெகண்டரி சைலத்தில் காணப்படுகின்ற ஒவ்வொரு வளர்ச்சி வட்டத்தின், முற்பட்ட கட்டைப் பாகத்தில் அகலமான துளைகளை அல்லது வெஸல்களைப் பெற்றும் பிற்பட்ட கட்டைப் பாகத்தை நோக்கும்பொழுது அவைகளின் குறுக்களவு குறைந்து கொண்டும், ஒப்பிட முடியாத அல்லது குறுகிய குறுக்களவுகளுடனு முள்ள துளைகளைப் பெற்றிருக்கின்ற கட்டைப் பாகம் வட்ட துளைக்கட்டை (ring porous wood) என்றழைக்கப்படுகின்றது (படம் 11.14). வட்ட துளை நிலைமை ஒரு ஸெகண்டரி சைலம் அல்லதுக ட்டைக்கு ஏற்பட்டிருக்குமானல் அது மிகவும் முன் னேற்றமடைந்து உன்னத நிலையிலிருக்கின்றது என்று கருதப் படுகின்றது. வட்ட துளைக் கட்டைகளிலிருக்கின்ற ஸெல்கள் பரந்த துளைகளிலிருக்கின்றவைகளைவிட 10 மடங்கு வேகமாக நீரைச் செலுத்தக்கூடும் என்று சமீபகாலத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது.

குறுக்குவெட்டில் சைலத்தைப் பார்க்கும்பொழுது தனிப்பட்ட வெஸல்கள் இனத்திற்குத் தக்கவாறும், முன்னேற்றத்தைப் பொருத்தும் வெவ்வேறு வகைகளில் அமைந்திருக்கக்கூடும். உதாரணமாக வெஸல்கள் தனிப்பட்டு ஒன்றுடன் மற்றொன்று சம்பந்தப் படாமல் ஒவ்வொரு துளையாக அமைந்திருக்குமேயானல், அது ஒற்றைத் துளை அல்லது வெஸல் (solitary pore or vessel) என்று கூறப்படுகின்றது (படம் 11.13). சில வேளைகளில், பல வெஸல்கள் ஒன்று சேர்ந்து (குறுக்கு வெட்டு) வெவ்வேறு எண்ணிக்கையிலும் வடிவத்தையுமுடைய கொத்துகளாகக் காணப்படும். கொத்துகள் ஆரப்போக்கில் அமைந்திருந்தால், ஆரப்போக்குக் கொத்துகள் (radial clusters) (படம் 11.11) என்றும், பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் அமைந்திருந்தால் அவைகள் பரிதிக்கு இணைப்போக்குக் கொத்துகள் (tangential clusters) என்றும் கூறப்படும் (படம் 11.12). இந்த வகை அமைப்புகளில் ஒற்றைத் துளை அல்லது வெஸல், பரிணும அடிப்படையில் பிற்போக்கு நிலையைக் குறிப்பதாகவும், கொத்து களாகக் காணப்படும் துளைகள் அல்லது வெஸல்கள் முற்போக்கு நிலைமையையும் குறிப்பதாகும். வெஸல்களின் சராசரி குறுக்களவு அல்லது அகலம் சில வேளைகளில், கட்டைகளைக் கண்டறிவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும், குறுக்களவு அல்லது அகலம் அதிகமாக பெற்றிருக்கின்ற வெஸல்கள் பரிணும அடிப்படை யில் முன்னேற்ற மடைந்ததாகவும், குறுகலாக இருப்பவைகள்

பிற்போக்கு நிலையைக் காட்டுவதாகவும் கருதப்படுகின்றது. இதுவுமல்லாமல், வெஸல்களின் குறுக்கு வெட்டு வடிவமும் இதே வகையில் கையாளப்படுகின்றது. உதாரணமாக, வெஸல்கள் அல்லது துளைகளின் குறுக்கு வடிவம் பல கோணங்களையும் பக்கங்களையும் பெற்றிருக்கலாம். அல்லது கோணங்களற்று வட்ட வடிவத்துடன் அல்லது முட்டை வடிவத்துடனும் இருக்கலாம். இந்த இரண்டு நிலைகளில் முன்னது பிற்போக்கு நிலையையும் பின்னது முற்போக்கு நிலையையும் குறிப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது.

சிலவகை கட்டைகளைக் குறுக்குவெட்டில் காணும்பொழுது வெஸல்கள் ஒற்றை நிலையில் காணப்பட்டபோதிலும் முப்பக்க முறையில் (three dimensional aspect) அவைகளெல்லாம் ஒன்றுடன் மற்றொன்று வெவ்வேறு வகைகளிலும் போக்கிலும் இணைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். ரேடியோ ஆக்டிவ் பாஸ்ஃபரஸ் (phosphorus), வண்ணப்பொருள்களை உபயோகித்து வெஸல்களில் நீர்ச்செலுத்தும் போக்கைக் குறித்து வெவ்வேறு இனங்களில் ஆராய்ந்து பார்த்ததின் மூலம் ஒரு வளர்ச்சி வட்டத்திலுள்ள வெஸல் தொடர்ச்சிகளெல்லாம் (vessel series) ஒன்றுடன்மற்றொன்று உயரப்போக்கில் வெவ்வேறு கோணங்களிலும் பக்கங்களிலும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்ற நிலையை சமீபகாலத்தில் எடுத்துக் காட்டியிருக்கின்றனர்கள். மேலும், வெஸல் தொடர்ச்சிகளிலும் அவைகளுடன் சம்பந்தப்பட்ட ஏனைய திறவற்ற டிரக்கியரித் திசுக்களிலும் இந்தவகை இணைப்புகள் ஏற்பட்டிருப்பதனால் அவைகளெல்லாம் உயிருற்றத் திசுக்களான ஸைலம் பாரங்கைமாவுடனோ அல்லது ரேத் திசுக்களுடனோ அல்லது இந்த இருவகைத் திசுக்களுடனோ தொடர்பு வைத்துக்கொள்ள முடிகின்றது என்று தெரிகின்றது.

**ஸைலம் அல்லது உயரப்போக்கு பாரங்கைமா (Xylem or axial parenchyma):** இந்தத் திசுவிலுள்ள ஸெல்கள் எல்லாம் அனேகமாக உயிருற்ற நிலையிலிருக்கின்றன. இது பிரைமரி ஸைலத்திலும் ஸெகண்டரி ஸைலத்திலும் காணப்படுகின்றது. குறிப்பாக இந்தத் திசு ஸெகண்டரி ஸைலத்தைப் பொருத்தமட்டில் ஸைலம் அல்லது உயரப்போக்கு பாரங்கைமா (xylem or axial parenchyma) என்றும், ரே பாரங்கைமா (ray parenchyma) என்றும் இரு வகைகளாக இருக்கின்றன. மேலும், ஸைலம் அல்லது உயரப்போக்கு பாரங்கைமா டிரக்கியரி திசுக்களைப் போன்றும், நார்த்திசுக்களைப் போன்றும், கேம்பியத்தின் ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளினாலுண்டாக்கப்படுகின்றது. ஆனால், ரே பாரங்கைமாவோ, கேம்பியத்தில் உள்ள ரே தோற்றுவிகளினாலுண்டாக்கப்படுகின்றது.

இந்த தோற்ற வரலாற்றின்படி, ஸைலம் அல்லது உயரப்போக்கு பாரங்கைமா, ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகள் எந்த அளவிற்கு உயரப்போக்கில் நீண்டு இருக்கின்றனவோ அந்த அளவிற்கு நீளத்தைப் பெற்றிருக்கலாம். இந்த நிலையில் உள்ளதை, ஃபூசி ஃபாம் பாரங்கைமா ஸெல்கள் (fusiform parenchyma cells) என்று கூறலாம் (படம் 11.15) அல்லது இந்த ஃபூசிஃபாம் பாரங்கைமா ஸெல்களில் குறுக்கில் ஸெல் பிரிதல்கள் ஏற்படுவதின் வாயிலாக, ஸெல்கள் குட்டையாகத் தோன்றுவதும் உண்டு. இப்படி பல குட்டையான ஸெல்கள் ஒன்று சேர்ந்து இறுதியில் ஃபூசிஃபாம் தோற்றத்திலிருக்கின்ற பாரங்கைமாவை பாரங்கைமா கற்றைகள் (parenchyma strands) என்று கூறலாம் (படம் 11.15).

ரே பாரங்கைமா ஸெல்களின் வடிவத்தைப் பொருத்து இரண்டு அடிப்படையான ஸெல்களைக் காணலாம். ரே பாரங்கைமா ஸெல்கள் ஆரப்போக்கில் நீண்டும், அதே போக்கில் அமைந்திருக்குமாணுல் அவைகளை படர்க்கை ஸெல்கள் (procumbent cells) என்றும், இதற்கு மாருக உயரப்போக்கில் சிறிது நீண்டு, நிமிர்ந்து இருக்கும் பொழுது அவைகளை நேர் ஸெல்கள் (upright cells) என்றும் இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம் (படம் 11.14). சில குறிப்பிட்ட இனங்களில், ரே ஸெல்களை ஆரப்போக்கு வெட்டில் பார்க்கும்போது, அவை சதுர வடிவத்துடன் காணப்படும். அப்பொழுது அவைகள் சதுர ரே ஸெல்கள் (square ray cells) என்று கூறப்படுகின்றன.

ரே பாரங்கைமா ஸெல்களும், ஸைலம் அல்லது உயரப்போக்கு பாரங்கைமா ஸெல்களும் ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகளைப் பெற்ருே அல்லது பெரும்பாலும் பெருமலோ இருக்கலாம். ஸெகண்டரி ஸெல்லுறைகளைப் பெற்றிருக்கும் காலத்து, பாரங்கைமா ஸெல்களுக்கும், டிரக்கியரி ஸெல்களுக்கும் இடையில் காணப்படுகின்ற குழி ஜதைகள் எளிதாகவோ (simple), அல்லது அரை வரையுற்ற குழியாகவோ (half - bordered pit) அல்லது வரையுற்ற குழிகளாகவோ (bordered pits) இருக்கலாம். பெரும்பாலும் குழி வகைகள் அரை வரையுற்ற குழிகளாக உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

ஸைலம் அல்லது உயரப்போக்கு பாரங்கைமா பலவகையான அடக்கப் பொருள்களைப் (contents) பெற்றிருக்கின்றன. இந்த அடக்கப் பொருள்களில் பல உணவு சேமிப்புப் பொருள்களாக, உதாரணமாக, கொழுப்புப் பொருள்கள் (fats), தரசப் பொருள்கள் (starches) ஆக இருக்கும். குறிப்பாக தரசப்பொருள்கள், ஏனைய திசுக்களின் வளர்ச்சி தேவைகளுக்குத் தக்கவாறு குறைந்தும், அதிகரித்தும் காணப்படும். இதுவுமன்றி, டேன்னின்கள்,

படிகங்கள் (crystals), மேலும் வேறு பல வகையான பொருள்களும் இருப்பதுண்டு. இந்த வகையான பொருள்கள் ரே பாரங்கைமா செல்களிலும் காணலாம்.

**உயரப் போக்கு அல்லது சைலம் பாரங்கைமா பரவியிருக்கின்ற தன்மை (Distribution of axial or xylem parenchyma):** இருவிதை யிலைத் தாவரங்களின் கட்டைகளில், இனங்களைப் பொருத்து இந்தத் திசுவின் அளவு வெவ்வேறு அளவில் உண்டாகியிருக்கலாம். சில வேளைகளில், அதிக அளவிலும், வேறு சில உதாரணங்களில் குறைவாகவோ அல்லது இல்லாமலோ இருக்கக்கூடும். பாரங்கை மாவின் அமைவு முறையைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வதற்கு கட்டை அல்லது செகண்டரி சைலத்தைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கவேண்டும். செகண்டரி சைலங்களில் அல்லது கட்டை வகைகளில் அமைந்திருக்கின்ற பாரங்கைமா திசுவை ஒப்பிட்டு ஆராய்ந்து பார்த்தால், அது இரு அடிப்படையான அமைவு முறைகளைப் பெற்று இருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஒரு வகை அமைவில், பாரங்கைமா, வெஸல்களுக்கு அருகாமையிலும், அவை களுடன் வெளிப்படையான தொடர்புடனும் இருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த வகையான அமைவு, வெஸல் தொடர்புற்ற பாரங்கைமா (paratracheal parenchyma) என்று கூறப்படுகின்றது (படம் 11.17). இரண்டாவது வகை அமைவில், இந்தத் திசு வெஸல் களுடன் வெளிப்படையான சம்பந்தமும், தொடர்பு மற்றும் காணப்படும். இந்த அமைவு முறை வெஸல் தொடர்பற்ற பாரங் கைமா (apotracheal parenchyma) என்று கூறப்படுகின்றது. (படம் 11.17). இந்த இருவகை அடிப்படையான பாரங்கைமா அமைவு முறைகளிலும் சில உட்பிரிவுகள் இருக்கின்றன. உதாரண மாக, வெஸல் தொடர்புற்ற பாரங்கைமாவில் கீழ்க்காணும் உட் பிரிவுகள் இருப்பதைக் கண்டறியலாம். அவைகளாவன :

(1) **குறைவுற்ற பாரங்கைமா (Scanty paranchyma):** இந்த வகை அமைவில், பாரங்கைமா மிகவும் குறைவாகவும், குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, சில செல்கள், வெஸல்களுடன் ஒரு பக்கத்தில், அல்லது அங்குமிங்குமாக தொடர்புற்று அல்லது இணைந்து காணப்படும் (படம் 11.17).

(2) **வெஸல் சூழ் பாரங்கைமா (Vasicentric parenchyma):** பாரங்கைமா வெஸல்களைச் சூழ்ந்து எல்லா பக்கங்களிலும் பல செல்கள் ஒன்று சேர்ந்து தொடர்புற்று அல்லது இணைந்து காணப் படும் (படம் 11.17).

(3) **இறக்கை வடிவ பாரங்கைமா (Aliform parenchyma):** இது மேலே கூறப்பட்ட இரண்டாவது வகையைச் சேர்ந்தது. ஆனால் இதற்கும் முந்தியதற்கும் ஒரு முக்கிய வேறுபாடுண்டு. அதாவது,

இந்த இறக்கை வடிவ பாரங்கைமா, முன்வகையைப் (2) போல் வெஸல்களைச் சுற்றி சூழ்ந்திருந்த போதிலும், இது பக்கவாட்டில் அதாவது பரிதிக்கு இணைப்போக்கில், வெஸல்களுக்கு இருபக்கங் களிலும் நீண்டு, பார்ப்பதற்கு வெஸல்களுக்கு இறக்கை போன்ற தோற்றத்தைக் கொடுக்கின்ற காரணத்தினால் இதற்கு இந்த பெயர் வழங்கப்படுகின்றது (படம் 11.17).

(4) இணைந்த-இறக்கை வடிவ பாரங்கைமா (Aliform-confluent parenchyma) : இந்த வகை அமைவில், முன்கூறிய மற்றெல்லா அமைவுகளில் உள்ளதைவிட, பாரங்கைமாவின் அளவு அதிகமாக இருக்கும். மேலும், இந்த அமைவு ஏறக்குறைய மேலே கூறப் பட்ட மூன்றாவது உட்பிரிவை ஒத்ததாகும். இருந்த போதிலும், இதில், அடுத்தடுத்து வெஸல்களுக்குப் பக்கவாட்டில் அமைந் திருக்கும், இறக்கை வடிவப் பாரங்கைமா திசுக்கள் ஒன்று சேர்ந்து கலந்து பார்ப்பதற்கு பட்டைபோன்று, அங்குமிங்குமாக பல வளைவுகளைப் பெற்றுமிருக்கும் (படம் 11.17).

மேலே விவரிக்கப்பட்ட நான்கு வகை உட்பிரிவுகளை உடைய வெஸல் தொடர்புற்ற பாரங்கைமா திசுக்களின் அமைவு முறை களைக் குறித்து பரிணும அடிப்படையிலும், திசு வரலாற்றின் படியும் ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது, வெஸல் தொடர்பற்ற பாரங்கைமா திசுவும் அதன் உட்பிரிவுகளையும்விட, வெஸல் தொடர் புற்ற பாரங்கைமாதான் மிகவும் முன்னேற்றமடைந்தது என்றும், மேலும் இதன் நான்கு வகையான உட்பிரிவுகளிலும், இணைந்த இறக்கை வடிவப் பாரங்கைமாதான் மிகவும் உன்னத நிலையைக் குறிக்கின்றது என்ற முடிவும் தெள்ளத் தெளிவாக நிலை நாட்டப் பட்டிருக்கின்றது.

வெஸல் தொடர்பற்ற பாரங்கைமாவிலும் சில உட்பிரிவுகள் இருப்பது குறித்து இப்பொழுது கவனிப்போம். அவைகளாவன :

(1) பரவலுற்ற பாரங்கைமா (Diffuse parenchyma) : பரவலுற்ற பாரங்கைமா அமைவில், ஸெல்கள் வெஸல்களுடன் தொடர் பற்றும், விட்டு விட்டு அங்குமிங்குமாக குறுக்கு வெட்டில் பார்ப் பதற்கு ஒவ்வொரு ஸெல்லாகத் தனிப்பட்டுத் தெரியும் (11.17).

(2) பரவல்-கூட்டு பாரங்கைமா (Diffuse-aggregate parenchyma): முன் வகையைப் போல், இதிலும் பாரங்கைமா ஸெல்கள் பரவ லாகக் காணப்பட்ட போதிலும், பல இடங்களில், அவை ஒன்று சேர்ந்து பார்ப்பதற்கு வரிகள் போன்றும், இந்த வரிகள் ஒரு குறிப் பிட்ட முறையில் ஒன்று சேர்ந்து சில குறிப்பிட்ட வடிவத்துடன் காணப்படும் (படம் 11.17).

(3) பட்டை பாரங்கைமா (Banded parenchyma) : இந்த வகை அமைவில், முன் இரண்டு வகைகளிலிருப்பதைக் காட்டிலும், பாரங்கைமா திசுவினளவு அதிகமாக உண்டாகியிருக்கின்றது. மேலும், இந்த அமைவில் பாரங்கைமா திசுவைப் பார்க்கும் பொழுது, அது சில அல்லது பல அடுக்குகளைப் பெற்றோ அல்லது ஒரு வரிசையில் செல்களைப் பெற்றோ காணப்படும். இருந்த போதிலும், இந்த பட்டை பாரங்கைமா வெஸல்களுக்கிடைப்பட்ட பகுதிகளில் வெஸல்களுடன் தொடர்புற்ற நிலையில் காணப்படும் என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும் (படம் 11.17).

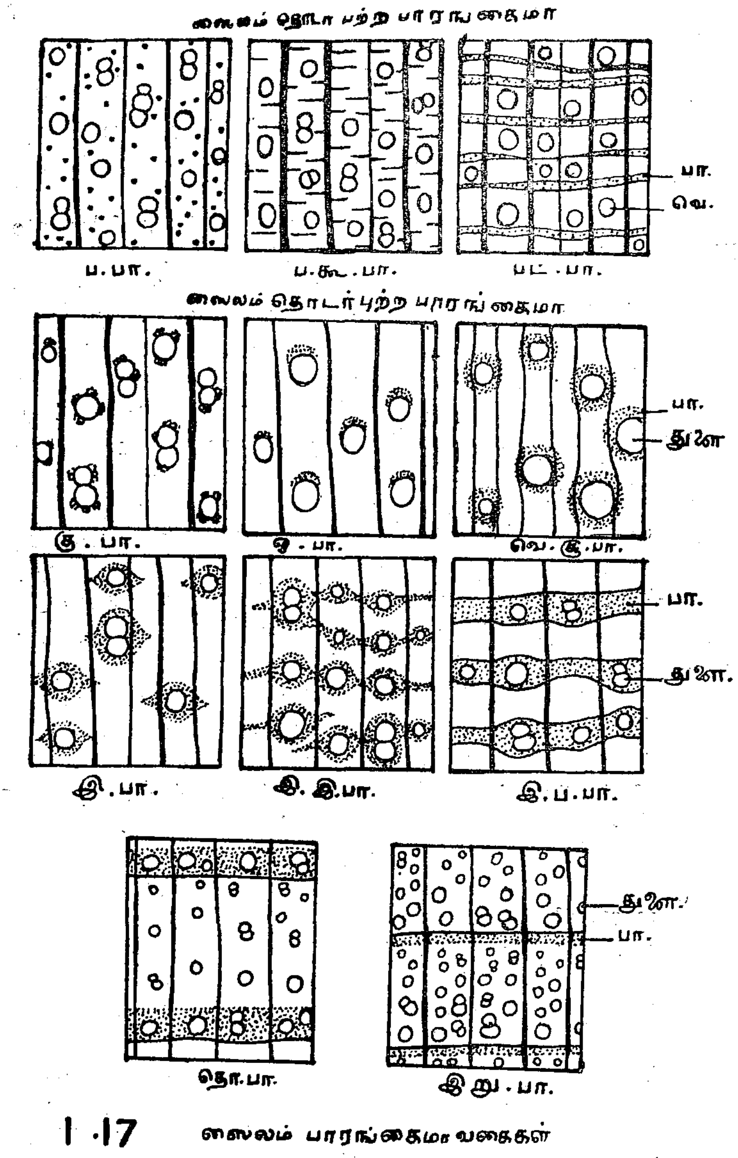
(4) இறுதி அல்லது தொடக்க அல்லது எல்லைப் பாரங்கைமா (Terminal or Initial or marginal parenchyma) : சில உதாரணங்களில் சில அல்லது பல அடுக்குகளை உடைய பாரங்கைமா திசு ஒவ்வொரு வளர்ச்சி வட்டத்தின் இறுதி பகுதிகளில் இருக்கும் பொழுது, அதை இறுதிப் பாரங்கைமா என்றும், அதுபோல் அதன் தொடக்கத்தில் காணப்படும்பொழுது அதை, தொடக்க பாரங்கைமா என்றும், இந்தஇரு அடைமொழிகளும் உபயோகத்திலிருந்து வருகின்றன. இந்த இருவகைச் சொற்களும் வளர்ச்சி முறையை ஆதாரமாகக் கொண்டு பயன்படுத்தப்படுவதாகும். இது நடைமுறைக்கு உகந்ததல்ல. எப்படியிருந்தபோதிலும், ஐயப்பாடு எதுவுமின்றி இந்த வகை பாரங்கைமா அமைவை வரம்பு பாரங்கைமா என்று அழைப்பது சாலச் சிறந்ததாகும். ஏனென்றால், எந்த கண்ணோட்டத்துடன் பார்த்தாலும் இது ஒவ்வொரு வளர்ச்சி வட்டத்தின் எல்லையில் காணப்படுவது மறைக்க முடியாததொரு உண்மையாக இருக்கின்றது (படம் 11.17).

ரேக்களின் அமைப்பு (Structure of rays) : இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில், ரேக்களில், முக்கியமாக பாரங்கைமா செல்கள் மாத்திரம்தான் அடங்கி இருக்கின்றன. ரே திசுக்களில் இருவகையான பாரங்கைமா செல்களிருப்பதாக, அதாவது, படர்க்கை செல்களும் (procumbent cells), நேர் செல்களும் (upright cells) இருப்பதாக முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம் இந்த இருவகையான செல்களும், ரேக்களின் வகைகளைப் பொருத்து, வெவ்வேறு அளவில் கலந்து காணப்படுகின்றன.

ரேக்களின் பாகுபாடு (Classification of rays) : ஒவ்வொரு ரேயைப் பொருத்த மட்டில், அதன் குறுக்கில் (செகண்டரி சைலத்தின் பரிதிக்கு இணைப்போக்கு வெட்டு) செல்களின் எண்ணிக்கையின் அளவினால் ஏற்பட்ட அகலத்தைப் பொருத்து,

இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு வகை ரேக்களில் ஒவ்வொன்றும், ஒரே ஒரு செல்லினுலான அகலத்தைப் பெற்றிருக்கின்றது. இவை ஓர் சீர்வரிசை ரேக்கள் (uniseriate rays) என்று கூறப்படுகின்றன (படம் 11.18). மற்றெரு வகை ரேக்களில், ஒவ்வொன்றும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட செல்களடங்கிய அகலத்தைப் பெற்றிருக்கின்ற நிலையில், பல சீர்வரிசை ரேக்கள் (multiseriate rays) என்று கூறப்படுகின்றன (படம் 11.18). இவ்வாறுக, ஒவ்வொரு ரேயும், செல்களினுலான அகலத்தைப் பொருத்து பாகுபாடு செய்யப்பட்டிருக்கின்றது. மேற்கொண்டு, ஒவ்வொரு செகண்டரி சைலத்தில் அமைந்திருக்கின்ற எல்லா ரேக்களின் தொகுப்பின் கலப்புற்ற அல்லது கலப்பற்ற தன்மையைக் கொண்டும், ரேக்களின் உள்ளமைப்பில் காணப்படுகின்ற செல் வகையைப் பொருத்தும், ரே தொகுப்புகள் (ray systems) பாகுபாடு செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. உதாரணமாக, ரே தொகுப்புகளிலுள்ள ரேக்கள் எல்லாம் ஒரே ஒரு வகையான செல்களினுல், அதாவது, படர்க்கை செல்களினுல் மட்டும் ஆக்கப்பட்டிருக்கலாம். இப்படிப்பட்ட ரேக்களடங்கிய ரே தொகுப்புகள் ஒரு தரப்பட்ட ரேக்கள் (homogeneous rays) என்றழைக்கப்படுகின்றன (படம் 11.18). இதற்கு மாறுக, ரே தொகுப்பிலுள்ள ரேக்கள், ஓர் சீர் வரிசை, பல சீர்வரிசை ரேக்களினுல் வெவ்வேறு அளவில் கலந்து உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த வகையில் இரு வகையான ரேக்களினுல் (ஓர் சீர்வரிசை, பல சீர்வரிசை ரேக்கள்) கலந்துண்டாக்கப்பட்ட ரே தொகுப்புகள் பலதரப்பட்ட ரேக்கள் (heterogeneous rays) என்று கூறப்படுகின்றன (படம் 11.18). மேலும், மற்றெரு வகையிலும் பலதரப்பட்ட ரேக்கள் உண்டாகலாம். உதாரணமாக, ஓர் சீர் வரிசை ரேக்களாக இருந்து, ஆனுல், இருவகையான செல்களினுல், அதாவது படர்க்கை (procumbent) வரம்பு (marginal) என்ற இருவகை செல்களினுலாக்கப்பட்ட நிலையிலும்கூட, பல தரப்பட்ட ரேக்களுண்டாகலாம். இருவகையான ரேக்களினுல் கலந்துண்டாக்கப்பட்ட பலதரப்பட்ட ரேக்கள் மேற்கொண்டு மூன்று உட்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

திசு வரலாற்றின்படியும், பரிணும அடிப்படையிலும் பார்க்கப் போனுல், செகண்டரி சைலத்தின் முன்னேற்ற அல்லது முற்போக்கு நிலையைப் பொருத்து, ரேக்களின் நிலைகளும் மாறுபடுகின்றதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த வகையில் பார்த்தால், ஒரு செகண்டரி சைலம் பிற்பட்ட அல்லது தாழ்ந்த நிலையிலிருக்கின்ற பொழுது, அதனுள்ளடங்கிய ரேக்களும் அதே நிலையைக் குறிக்கக்



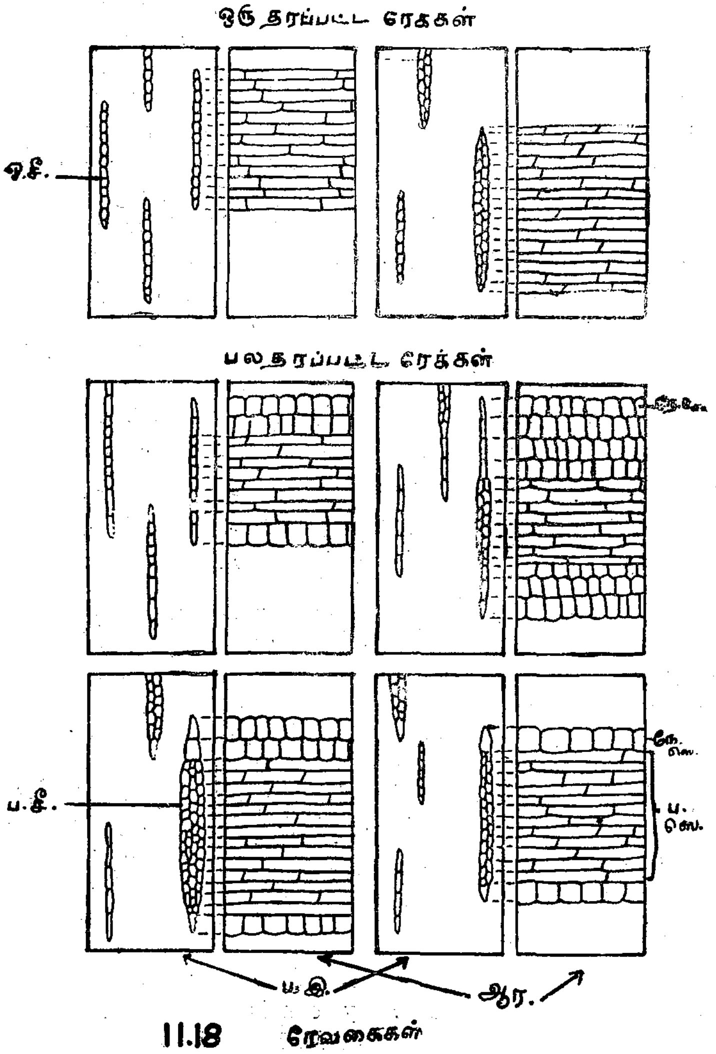

படம் 11.17. சைலம் பாரங்கைமா வகைகள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

ப.பா. பரவலான பாரங்கைமா; ப.கூ.பா. பரவல் கூட்டுப் பாரங்கைமா; பா. பாரங்கைமா; பட். பா. பட்டை பாரங்கைமா; கு.பா. குறைவுற்ற பாரங்கைமா; ஒ. பா. ஒரு பக்க பாரங்கைமா; வெ.கு.பா. வெஸல் சூழ் பாரங்கைமா; துளை. வெஸல் குறுக்கு வெட்டுத் துளை; இ.பா. இறக்கை வடிவ பாரங்கைமா; இ.இ.பா. இணைந்த இறக்கை வடிவ பாரங்கைமா; இ.ப.பா. இணைந்த பட்டைப் பாரங்கைமா; தொ. பா. தொடக்கப் பாரங்கைமா; இறு. பா. இறுதிப் பாரங்கைமா.

கூடிய வகையினதாக சாதாரணமாக இருக்கும். இந்த நிலையிலுள்ள ரேக்கள், ஓர் சீர்வரிசை ரேக்களையும் (uniseriate rays), இருவகை செல்களினாலான மிக உயரமான பல சீர்வரிசை ரேக்களையும், ஒருங்கேபெற்ற பலதரப்பட்ட ரே தொகுப்புகளையும் (heterogenous ray system) பெற்றிருக்கின்ற ஒரு நிலையை எதிர்பார்க்க முடியும். திசு வரலாற்றின்படி, ரேக்களிலேற்பட்டிருக்கின்ற பரிணும மாற்றங்களைக்கொண்டு ஆராய்ந்து பார்த்தால், சில முக்கியமான போக்குகள் (trends) அவைகளின் முன்னேற்றப் பாதையிலேற் பட்டிருப்பதை அறிய முடியும். உதாரணமாக, பல சீர்வரிசை ரேக்களைப் பொருத்தமட்டில், அவைகளின் அளவும், எண்ணிக்கை யும் குறைந்து கொண்டு வந்திருக்கின்றன. இதுபோல், ஒரு சீர் வரிசை ரேக்களின் அளவும் எண்ணிக்கையும் குறைந்து கொண்டு வந்திருக்கின்றன. சில வேளைகளில், இந்தஇருவகை ரேக்களில், ஏதாவது ஒன்று ரே தொகுப்புகளிலிருந்து அகற்றப்பட்டும் அல்லது இரண்டு வகைகளும் மறைந்தும் காணப்படுவதுண்டு.

ரேக்களின் அடுத்தடுத்துண்டாகின்ற தொடர்ச்சியான வளர்ச்சி முறையில் பலவகையான நிகழ்ச்சிகளும், மாற்றங்களும் ஏற்பட்டுக் கொண்டு வருகின்றன என்ற உண்மை குறிப்பிடத்தக்கதாகும். இவைகள் புதிதாகத் தோன்றுவதும், ஏற்கனவே இருந்தவைகள் வேறுவகை செல்களாக மாறி மறைந்து விடுவதும், அல்லது அகற் றப்பட்டு விடுவதும் இவைகளின் வளர்ச்சிகளில் சர்வசாதாரண மாக நிகழக்கூடிய நிகழ்ச்சிகளாகும். சில சமயங்களில், ஏற்கனவே உண்டாகி இருக்கின்ற ரேக்கள், பல சிறிய ரேக்களாகப் பிரிக்கப் படுதலும் உண்டு. வேறு சில சூழ்நிலைகளில், அடுத்தடுத்திருக்கும் பல ரேக்கள் ஒன்று சேர்ந்து இணைந்து பெரிய ரேக்களாகவும் தோன்ற லாம். இந்த வகையான மாற்றங்கள் அடிக்கடி காலப்போக்கிலேற் பட்டு, கடைசியில் ஒரு குறிப்பிட்ட வளர்ச்சியடைந்த நிலையில், ஒரு நிலையான நிரந்தர நிலைமையையும், இயல்புகளையும், அமைப்பை யும், ரேக்கள் அடைகின்றன. ஒரு மரத்தை பொருத்தமட்டில் ரேக்களின் வளர்ச்சி நிகழ்ச்சிகள் எந்த அளவிற்கு சிக்கலாக இருக் கின்றதோ, அந்த அளவிற்கு விஞேதமானதாகவும் இருக்கின்றது.

சுரக்கும் குழாய்கள் (Secretory canals) ஜிம்னேஸ்பர்ம்களில் காணப்படுகின்ற ரெஸின் குழாய்களைப் போன்று, சில வகை இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களிலும், செல்லிடைப்பட்ட குழாய்கள் (intercellular canals) காணப்படுவதுண்டு. ஆனல் இந்த வகைக் குழாய்களுக்கும், ரெஸின் குழாய்களுக்கும் அவையவைகளில் முறையே அடங்கியிருக்கின்ற உட்பொருள்களின் தன்மையைப் பொருத்து வேறுபாடு இருக்கின்றது. ரெஸின் குழாய்களில், ரெஸி னும், ரெஸின் போன்ற பொருள் மாத்திரம் அடங்கியிருக்கின்றன.




படம் 11.18. ரே வகைகள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும் ஓ.சி. ஒரு சீர் வரிசை ரே; நே.செ. நேர் செல்; ப.சீ. பலசீர் வரிசை ரே; ப.செ. படர்க்கை செல்; ப.இ. பரிதிக்கு இணைப்போக்குத் தோற்றங்கள்; ஆர. ஆரப்போக்குத் தோற்றங்கள்.

ஆனால் சுரக்கும் குழாய்களிலோ, பலவகையான பொருள்கள், அதாவது, ரெஸின், எண்ணெய், பிசின், மூஸிலேஜ்கள் (mucilages) முதலிய பலவகையான பொருள்கள் காணப்படுகின்றன. சுரக்கும்

குழாய்களில் சுரக்கப்பட்டு அவைகளில் அடங்கி இருக்கின்ற வெவ்வேறு பொருள்களுக்குத் தகுந்தவாறு சுரக்கும் குழாய்களைப் பல வகைகளாக அழைக்கலாம். உதாரணமாக, பிசின் அடங்கியிருந்தால் அந்த வகைச் சுரக்கும் குழாய்களை பிசின் குழாய்கள் (gum ducts) என்றும், எண்ணெய் பொருள்கள் அடங்கியிருந்தால் எண்ணெய்க் குழாய்கள் (oil ducts) என்றும் கூறலாம். இந்த குழாய்களின் உட்புறம் சுற்றி எப்பித்தீலியம் (epithelium) என்ற ஸெல் லடுக்கு தோன்றுவதில்லை. அநேக வகையான சுரக்கும் குழாய்கள், ரெஸின் குழாய்கள், உண்டாவது போன்று, அதிர்ச்சியினாலும், அல்லது காயமேற்படும்பொழுதும் உண்டாவதுண்டு. பிஸின் என்ற பொருள், சர்க்கரைப் பொருள்கள், குறிப்பாகத் தரசப் பொருள்கள், சிதைக்கப்படுவதினாலும், தோன்றுகின்றது என்பது எல்லோரும் ஒத்துக்கொண்ட உண்மையாகும்.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட சுரக்கும் குழாய்களும், அவைகளின் வகைகளும், சில குடும்பங்களுக்கே உரித்தான இயல்பாக இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கதொரு உண்மையாகும். இதன் காரணமாக, அக் குடும்பங்களையும், அவைகளைச் சார்ந்த பேரினங்களையும், சிற்றினங்களையும், எளிதில் அறிந்துகொள்ள முடியும்.

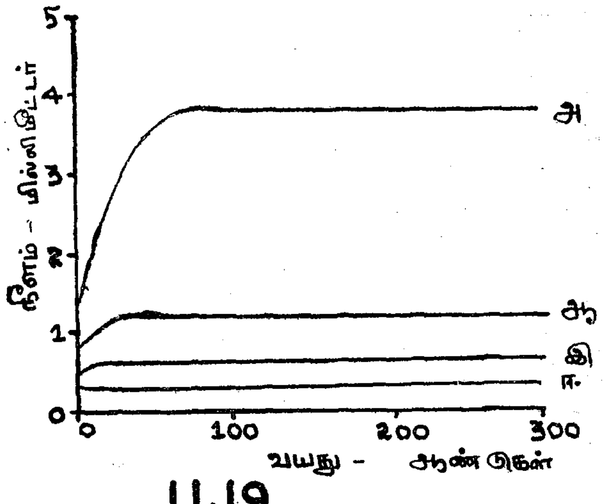
**ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் வளர்ச்சி வேறுபாடுகள் (Differentiation in the secondary xylem) :** கேம்பியம் என்ற ஆக்குத்திசுவிலிருந்து, ஸெகண்டரி ஸைலமுண்டாக்கப்படுகின்றது என்பது எல்லோரும் அறிந்த உண்மையாகும். ஒவ்வொரு ஸெகண்டரி ஸைலம் அல்லது கட்டையில் காணப்படுகின்ற திசு வகைகளின் அமைவு முறைகள் அவைகளைத் தோற்றுவிக்கின்ற கேம்பியத்திலிருக்கின்ற ரே, ஃப்யூசிஃபாம் தோற்றுவிகளின் அமைவு முறையைப் பெரும்பாலும் பிரதிபலிக்கின்றது என்பது ஒரு அடிப்படையான கருத்தாகும். இருந்தபோதிலும், திசு வகைகளுண்டாகும் பொழுது ஏற்படுகின்ற பல வகையான வளர்ச்சி மாற்றங்களினால், ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் அமைவு முறை வேறுபட்டு சிறிது மாறுபடுவதுமுண்டு. ரே தோற்றுவிகளிலிருந்து ரேத் திசுக்கள் உண்டாகும்பொழுது வளர்ச்சி மாற்றங்கள் மிகக் குறைந்த அளவில் உண்டாகின்றன. ஆனால், ஸெல்கள் ரே தோற்றுவிகளிலிருந்து உண்டானபிறகு, அவைகள் குறிப்பாக ஆரப்போக்கில் மட்டும் மேற்கொண்டு ஓரளவிற்கு விரிவடைகின்றன.

உயரப்போக்கில் அமைந்திருக்கின்ற திசு தொகுப்புகளில் ஏற்படுகின்ற வளர்ச்சி முறைகளின் மாற்றங்கள் ஸெல்களின் வகைகளைப் பொருத்து மாறுபடுகின்றன. உதாரணமாக, ஃப்யூசிஃபாம் தோற்றுவிகளிலிருந்து உண்டான தோன்றல்கள் (deriva-

tives) வெஸல்களாக மாறும்பொழுது, அவை உயரப்போக்கில் சிறிதளவில் நீண்டும், ஆனால் பெருமளவில் பக்கவாட்டில் அல்லது அகலப்போக்கில் விரிவடைந்தும் உண்டாகின்றன என்று பொதுப் படையாகக் கூறலாம். முன்னேற்றமும், உன்னத நிலையையு மடைந்த வெஸல்கள் மிகவும் குட்டையாகவும், மிகவும் அகலமுள்ள தாகவும், காணப்படுவதிலிருந்து, இவைகளில் மட்டும் நீளத் தைப் பொருத்தமட்டில் எந்தவித மாறுதலும் ஏற்படுவதில்லை என்றும் ஆனால் அகலத்தைப் பொருத்தமட்டில் பன்மடங்கு விரிவடைகின்றன என்றும் கருதப்படுகின்றது. இதிலிருந்து பிற்போக்கு அல்லது தாழ்ந்த நிலையிலிருக்கின்ற வெஸல்களில், அகலப்போக்கைவிட நீளப்போக்கில் அதிக அளவு அதிகரிப்பையும், அதே சமயத்தில் முற்போக்கு அல்லது உன்னத நிலையிலிருக்கின்ற வெஸ்ஸல்களில் நீளப்போக்கைவிட அகலப்போக்கில் அதிக அளவு அதிகரிப்பையும் அடைகின்றன என்று வேறு வகையில் கூறலாம். இந்த கருத்தின்படி, பரிணாம அடிப்படையில் இடைப்பட்ட நிலை யிலிருக்கின்ற வெஸல்களில் இருவகை போக்குகளிலும், வெவ்வேறு அளவிற்கு அதிகரிப்பைப் பெறக்கூடும். இவ்வாறு வெவ்வேறு அளவிற்கு வெஸல்களில் அகலப்போக்கில் விரிவேற்படும்பொழுது, அவைகளைச் சூழ்ந்திருக்கின்ற ஏனைய திசுக்களின் அமைவு முறையும் பாதிக்கப்படுகின்றது. இதன் விளைவாக, ஆரப்போக்கில் வரிசைக் கிரமமாக அமைந்திருந்த முந்திய நிலையில் மாற்றம் ஏற்படுகின்றது. இந்த வகையில் ஆராய்ந்து பார்த்தால், வெஸல்களற்ற செகண்டரி சைலத்தில், அவைகளிலடங்கிய திசுக்களின் அமைவு முறையைப் பொருத்தும், அமைந்திருக்கின்ற பகுதிகளைப் பொருத்தும், பாதிக் கப்படாமல் முந்திய நிலையையே பெற்றிருப்பதற்கு (அதாவது ஆரப்போக்கு வரிசையை; radial seriation) சாதாரணமாக வாய்ப் பிருக்கின்றது. சில வேளைகளில், ரேக்களும் கூட, அவைகளின் முந்திய அமைவு முறையிலிருந்தும், இடங்களிலிருந்தும் மாறி விடு கின்றன. வெஸல்களின் விரிவடைகின்ற நிகழ்ச்சி, ஒன்றுபட்ட வளர்ச்சியினாலும் (symplastic growth), நுழைவு வளர்ச்சியினாலும் (intrusive growth) ஏற்படுகின்றது. இந்த இரு வகை வளர்ச்சி களைக் குறித்தும் விவரமாக முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம்.

வெஸ்ஸல்களிலேற்படுகின்ற மேலே கூறப்பட்ட வளர்ச்சி மாற்றங்களுக்கு மாறாக டிரக்கீட்களிலும், பல்வேறு நார்த்திசுக் களிலும், வளர்ச்சி மாற்றங்களினால், அவைகளில் அகல விரிவு சிறிதளவும், ஆனால், உயரப்போக்கில் நீளம் அதிகரிப்பு எப்பொழு தும், எந்த வகை பரிணாம நிலையிலும் ஏற்படுகின்றன. மேலும், செகண்டரி சைலத்தை ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது மற்றொரு உண்மையும் தெரிய வருகின்றது. அதாவது ஒரு

மரத்தின் ஸெகண்டரி ஸைலத்தில் தொடக்கத்திலுண்டான வெஸல்கள், டிரக்கீட்கள், நார்த்திசுக்கள் முதலியவைகளின் சராசரி நீளம், உட்புறத்திலிருந்து வெளிப்புறமாக, முறையே ஆண்டு தோறும், பருவந்தோறும் படிப்படியாக அதிகரித்துக்கொண்டு வந்து கடைசியில் அதாவது, பல ஆண்டுகள் கழித்து ஒரு குறிப்பிட்ட ஆண்டில் அல்லது வளர்ச்சி நிலையில், அவைகளின் சராசரி நீளம் ஏறக்குறைய ஒரு நிரந்தர நிலையையும், அளவையும் அடைகின்றன. இந்த நீள மாறுபாடுகள் இனத்திற்குத் தக்கவாறு வேறுபடுகின்றது (படம் 11.19). இதுபோல, ஒரு மரத்தின் உயரப் போக்கில், அதனுடைய ஸெகண்டரி ஸைலம் திசுக்களை ஆராய்ந்து பார்த்ததில், அவைகளின் சராசரி நீளம் மரத்தின் அடியிலிருந்து நடு உயரம் வரை அதிகரித்துக்கொண்டும், நடு உயரத்தில் அவைகளின் நீளம் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையையும், அதன் பிறகு மரத்தின் உச்சி நோக்கி அவைகளின் நீளம் குறைந்து கொண்டு வருவதும் தெரியவருகிறது.




11.19

படம் 11.19. தண்டு அடுத்தடுத்து ஸெகண்டரி வளர்ச்சி அடைந்துகொண்டு வருகின்ற நிலைகளில் கேம்பியம் தோற்றுவிகளின் சராசரி நீளத்தைக் குறிக்கின்ற வரை படம்.

அ. கோனிஃபர் அல்லது வெஸலற்ற இரு விதையிலைத் தாவர வகை.

ஆ. குறைந்த முன்னேற்றமடைந்த இரு விதையிலைத் தாவர வகை.

இ. மிக உன்னத நிலையைக் குறிக்கின்ற இரு விதையிலைத் தாவர வகை.

ஈ. மிக உன்னத நிலையை அடைந்ததும், அடுக்குற்ற கேம்பியத்தைப் பெற்றுமுள்ள இரு விதையிலைத் தாவர வகை.

**கட்டையின் உள்ளமைப்பும் அதன் வலிவும் (Structure of wood and its strength):** செகண்டரி சைலத்தின் திசு வகைகளின் உள்ளமைப்பு, கூட்டமைப்பு (composition), அமைவு (arrangement) முதலியவைகளைப் பொருத்து, அவற்றினியல்பும், வியாபாரத் துறையில் அதன் உபயோகங்களும் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றது.

கட்டைகளின் வலிவுத் தன்மையை நிர்ணயிக்கக்கூடிய பல வகைக் காரணங்களில் மிகவும் முக்கியமானதாகக் கருதப்படுவது, அவைகளின் அடர்த்தி எண்ணும் (specific gravity). கட்டைகளின் அடர்த்தி எண் செல்லுறைப் பொருள்களின் பரிமாணத்தைப் (volume) பொருத்தும், அவைகளின் வேதியியல் தன்மைகளைப் பொருத்தும் மாறுபடுகின்றது. இதுவுமன்றி, வலிவுத் தன்மை என்பது செகண்டரி சைலத்திலிருக்கின்ற திசுக்களின் வகைகளைப் பொருத்தும், செல்லுறை தடிப்புத் தன்மை, செல்லுறைக் குழிகளின் எண்ணிக்கை, செல்களின் நீளம் முதலியவைகளைப் பொருத்தும் அமைகின்றன என்று கூறப்பட்டிருக்கின்றது. பொதுவாகப் பார்க்கப்போனால், எந்த ஒரு கட்டையில் அல்லது செகண்டரி சைலத்தில், நார்த்திசுக்களின் பரிமாணம் ஏனைய திசுக்களைவிட அதிகமாக இருக்கின்றதோ அந்தக் கட்டை அல்லது செகண்டரி சைலம் மிகவும் வலிவுள்ளதாக இருக்கும். அதே சமயத்தில், ஒரு கட்டையில் அல்லது செகண்டரி சைலத்தில் வெஸல்களும், பாரங்கைமாத் திசுவும் அதிகமாகப் பரிமாண அடிப்படையிலிருக்குமேயானால், அப்படிப்பட்ட கட்டைகள் சாதாரணமாக வலிவற்றதாக இருக்கும். ஏனென்றால், வெஸல்களைப் பொருத்த மட்டில், அவைகளின் குறுக்களவு அல்லது அகலம், செல்லுறைகளின் பரிமாணத்தைவிட அதிகமாக இருக்கின்றது. இதன் காரணமாக, வட்டத் திறவுக் கட்டைகளை சாதாரணமாக வலிவுத்தன்மை அதிகமாக தேவைப்படுகின்ற வேலைகளுக்குப் பயன் படுத்துவதில்லை. இதுபோன்று, சைலம் பாரங்கைமா அல்லது உயரப்போக்கு பாரங்கைமா அதிக அளவில் பட்டை பாரங்கைமாவாக ஒரு கட்டையில் அமைந்திருக்குமேயானால், அப்படிப்பட்ட கட்டைகளின் வலிவுத் தன்மையும், இதற்கேற்ப குறைந்துபடுகின்றது. மேலும், ரேத் திசுக்களின் பரிமாணம் ஒரு கொடுக்கப்பட்ட கட்டையில் அதிக அளவிலிருக்கும்பொழுது, அப்படிப்பட்ட கட்டையின் வலிவும் குறைகின்றது. இரு விதையிலை இனங்களில் வலிவுத் தன்மை மேலே விவரித்தபடி மாறுபடுகின்றதாகப் பார்த்தோம். ஜிம்னோஸ்பர்ம்கள் கட்டைகளின் வலிவுத் தன்மை குறித்து சிறிது தெரிந்துகொள்வோம். பொதுவாக, நடைமுறையில், ஜிம்னோஸ்பர்ம்களின் கட்டைகளை மென்கட்டைகள் (soft

woods) என்று அழைத்தபோதிலும், உண்மையில் இந்த அடைச் சொல் முற்றிலும் பொருந்துவதில்லை. ஏனென்றால், சில ஜிம்னோஸ் பர்ம்கள் கட்டைகள் கடினமானதாகவும் இருக்கக்கூடும். எப்படி யிருந்தபோதிலும், ஜிம்னோஸ்பர்ம்களின் கட்டைகள் அல்லது ஸெகண்டரி ஸைலம், இரு விதையிலை இனங்களின் கட்டைகளி லிருந்து பலவகைகளில் மாறுபட்ட அமைப்பினையும், அமைவையும், இயல்புகளையும் பெற்றிருப்பதாக முன்னரே தெரிந்துகொண்டோம். ஜிம்னோஸ்பர்ம்கள் கட்டைகளில், குறிப்பாக, வெஸல்கள் கிடையாது. பாரங்கைமா திசு மிகவும் குறைவாக இருக்கின்றது. மேலும், இரு விதையிலை இனங்களின் கட்டைகளில் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றதும், வலிவைக் கொடுக்கக்கூடியதுமான நார்த் திசுக்கள் கிடையாது. இருந்தபோதிலும், ஜிம்னோஸ்பர்ம்களின் கட்டைகளின் வலிவுத் தன்மை, இரு விதையிலை இனங்களின் கட்டைகளிலிருக்கின்ற அளவிற்கு இல்லாவிட்டாலும், ஒரே விதமான (homogeneous) அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்ற காரணத் தினாலும், அவைகளில் அடங்கியிருக்கின்ற திசுக்களில் பெரும்பா லானவை உயரப்போக்கில் நீண்டு அமைந்திருக்கின்ற காரணத் தினாலும், இவைகள் வேலை செய்வதற்கும், காகிதம் தயாரிப் பதற்கும் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

**டிரக்கியரித் திசுவின் தோற்ற வரலாறும் முன்னேற்றப் போக்கு களும் (Origin and trends of specialization of tracheary tissues):** டிரக்கியரித் திசுக்களை டிரக்கீட்கள் (tracheids), வெஸல்கள் (vessels) என இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். இந்த இருவகை களில், டிரக்கீட்கள் பரிணும ஆராய்ச்சிகளின்படி வெஸல்களை விட தாழ்ந்த அல்லது கடைநிலையைக் குறிப்பதாகக் கருதப்பட்டு வருகின்றது. மேலும், ஒரு வகையான டிரக்கீட்களிலிருந்துதான் வெஸல்கள் தோன்றியிருக்கின்றன என்று பலவகை சான்றுகளின் வாயிலாகவும், விளக்கங்களின் மூலமாகவும் அடிக்கடி எடுத்துக் காட்டப்பட்டு வருகின்ற அடிப்படையான கருத்தாகும். டிரக் கியரித் திசுக்களின் தோற்ற வரலாற்றைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வதற்கு கீழ்க்காணும் இயல்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

(1) டிரக்கீட்களின் சராசரி நீளம்: இது வரையிலும் நாம் தெரிந்து கொண்ட வகையில் பொதுவாக, டிரக்கீட்கள் வெஸல்களை விட அதிக நீளத்தைப் பெற்றிருப்பவைகள் என்பதாகும். இவை களின் நீளம் அதிக பட்ச அளவில் 8.7 மி.மீ. வரை இருக்கலாம் என்று கணக்கிடப்பட்டிருக்கின்றது. அதே சமயத்தில், இவைகளின் நீளத்தை வெஸல்களின் சராசரி நீளத்துடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்

பொழுது, வெஸல்களின் நீளம் எப்பொழுதும் டிரக்கீட்களைவிடக் குறைந்தும் குட்டையாகவுமிருக்கும். டிரக்கீட்கள் பரிணாம மாற்றங்களில் ஒன்றான நீளம் குறைவுறுதல் என்ற மாற்றம் அடைந்து படிப்படியாகக் குறைந்து கொண்டுவந்து ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் வெஸல்களை, முதன் முதலாக, தோற்றுவித்திருக்கக்கூடும் என்று முன் கூறப்பட்ட உண்மையின் வாயிலாகத் தெரியவருகின்றது.

(2) டிரக்கீட்களின் சராசரி குறுக்களவு அல்லது அகலம்: டிரக்கீட்களின் அகலம் வெஸல்களைவிட எப்பொழுதும் குறைந்து அதனால் குறுகலாகக் காணப்படுகின்றது. இந்த வகையில் பார்க்கப்போனால், டிரக்கீட்களின் அகலம் சிறிது சிறிதாக (ஒரு வகை பரிணாம மாற்றத்தின் வாயிலாக) விரிவடைந்து கொண்டு, வெஸல்களாக மாறி தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்று காட்டப்பட்டிருக்கின்றது.

(3) செல்லுறைகளின் தடிப்புத்தன்மை: ஒரு உண்மையான டிரக்கீட்டின் செல்லுறையைக் கூர்ந்து கவனிக்கும்பொழுது அது வெஸல்களினுடைய செல்லுறைகளைவிட மெல்லியதாகவும், சம அளவிற்கு தடிப்புத்தன்மையை சுற்றிலும் பெற்று காணப்படுகின்றது. அதே சமயத்தில், வெஸல்களின் செல்லுறையைக் கவனித்தால் அது வெவ்வேறு அளவில் அதிகமான தடிப்புத் தன்மையைப் பெற்றும், ஒரு சமமற்ற முறையில் சுற்றிலும் உண்டாகி இருப்பதையும் காணலாம். இந்த வகையில் வெஸல்களை டிரக்கீட்களுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், டிரக்கீட்கள் படிப்படியாக அதிக அளவிற்கு தடிப்புத் தன்மையைப் பெறுவதினாலும் இந்தத் தடிப்புத் தன்மை சமமற்ற முறையில் ஏற்படுவதினாலும் (ஒரு வகை பரிணாம மாற்றத்தின் வாயிலாக) வெஸல்கள் தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்று தெரிகின்றது.

(4) திறவுத் தட்டுகள் (Perforation plates): நுனி உறைப் பாகங்களில் ஏணி வரையுற்ற குழிகளைப் (scalariform bordered pits) பெற்றுள்ள டிரக்கீட்களை, வெஸல்கள் தோன்றுவதற்கு மூலாதாரமாகக்கொண்டு பார்க்கும்பொழுது முன்னதின் வரையுற்ற குழிகளின் நடு மையத்திலிருக்கின்ற குழி மெம்பரேன் (pit membrane) பரிணாமப் போக்கில் மறைந்து விடுவதினால் ஒவ்வொரு ஏணி வரையுற்ற குழியும் ஒரு திறவாக மாறிவிடுகின்றது. இந்த நிலையில் ஒவ்வொரு நுனிஉறை பாகத்திலுள்ள மேலே கூறப்பட்ட வகையில் உண்டான திறவுகளையெல்லாம் ஒன்று சேர்த்து பார்க்கும்பொழுது பல திறவுகளையும், இந்தத் திறவுகள் ஏணியின் படிகள் போன்ற முறையில் அமைந்திருப்பதையும் பார்க்கலாம். இந்த முறையிலுண்டாகி, இப்படிப்பட்ட இயல்புகளை உடைய திறவுகளைப் பெற்றுள்ள செல்தான் (வெஸல் இலக்கணத்தின்படி) முதன் முதல் உண்டான வெஸலாக மதிக்கப்படுகின்றது.

(5) குறுக்கு வெட்டு வடிவம் (Shape in cross section) : ஒவ்வொரு டிரக்கீட்டையும் குறுக்கு வெட்டில் கவனிக்கும்பொழுது (படம் 11.6), அது பல கோணங்களையும், பக்கங்களையும் பெற்றிருப்பது அதனுடைய சிறப்பியல்பாகக் கருதப்படுகின்றது. ஆனால் ஒரு உன்னத நிலையை அடைந்த வெஸலின் குறுக்கு வெட்டு வடிவத்துடன் அதை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது, பின்னதின் வடிவம் வட்டவடிவமாகக் காணப்படும் (படங்கள் 15.23;15.24). இதிலிருந்து தெரிவது என்னவென்றால், டிரக்கீட்கள் ஒருவகையான பரிணாம மாற்றத்தின் மூலம் குறுக்கு வெட்டு வடிவம் கோணங்களுடன் கூடிய நிலையிலிருந்து படிப்படியாக மாறி, கடைசியில் வட்ட வடிவத்தை அடைந்திருக்கின்றது என்பதாகும்.

(6) குழி அமைவுகளின் வகைகள் (Types of pitting) : வெஸல்கள் உண்டாவதற்கு முன்னோடிகளாக இருந்த டிரக்கீட்கள் ஏணி வரையுற்ற குழி அமைவுகளைப் பெற்றிருந்தன என்ற உண்மையை முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம். இந்த வகை குழிகளைப் பெற்றுள்ள டிரக்கீட்களில் நீளம் குறைந்துகொண்டும், அகலம் விரிவடைந்துகொண்டும் வருகின்ற நிலைகளில் பக்க செல்லுறைகளிலிருக்கின்ற ஏணி வரையுற்ற குழிகள் கூறுபட்டு அவைகள் ஒவ்வொன்றும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட குழிகளாக ஏற்படுகின்றன. இதனால், ஏணி அமைவு முறை மாறி, எதிர் அமைவு முறை உண்டாகின்றது. பிறகு மேற்கொண்டு ஏற்படுகின்ற விரிவு அதிகரிப்பின் மூலம்குழிகள் மேலும் கூறுற்று பல குழிகளுண்டாகின்றன. இவ்வாறு குழிகளின் எண்ணிக்கை அதிக அளவில் உண்டாவதனால் அவைகளின் முந்திய அமைவு முறையான எதிர் அமைவு முறை மாறி, மாற்று அமைவு முறை ஏற்பட்டிருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகின்றது.

மேலே கொடுக்கப்பட்ட இயல்புகளின் அடிப்படைகளில் டிரக்கீட்களிலிருந்து வெஸல்கள் தோன்றியிருக்கக்கூடும் எனும் கருத்து வெவ்வேறு முறைகளில், வெவ்வேறு ஆராய்ச்சியாளர்களால் கண்டறிவித்த முடிவுகளாகும். வேறு வகையில் கூறப்போனால், பல வழிகளின் வாயிலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒரு நிரந்தரமான, ஒப்பற்றக் கருத்தாகும். மேலும், மேற்கூறப்பட்ட இயல்பு மாற்றங்களின் அடிப்படையில் வெஸல்கள் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்பது மட்டும் தெரிவதோடல்லாமல் மாறுபாடடைந்த இயல்புகளின் அளவை அளவு கோலாகக் கொண்டு வெஸல்களடைந்துள்ள வெவ்வேறு வகையான உன்னத நிலையைக் கணக்கிட்டு தெரிந்து கொள்ள முடியும். உதாரணமாக, மிக உன்னத நிலையை அடைந்துள்ள வெஸல் என்பது மிகவும் குட்டையாகவும், அகலமாகவும், அதிக

அளவிற்கு செல்லுறைத் தடிப்புத் தன்மையும் பல ஏணித் திறவுகளுக்குப் பதிலாக, ஒரே ஒரு திறவை மட்டும் (ஒவ்வொரு நுனி உறைப் பாகத்திலும்) பெற்று உயரப்போக்கிற்கு நேர்கோணத்தில் அமைந்திருப்பதும், குறுக்கு வெட்டில் வட்டவடிவமாகக் காணப்படுவதும், பல மாற்றுக்குழிஅமைவு முறையைப் பெற்றிருப்பதுமாகும்.

இவ்வாறாக, இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களைப் பொருத்தமட்டில் வெஸல்கள் செகண்டரி சைலத்தின் டிரக்கீட்களில் தோன்றிய பிறகு இந்த தோற்ற நிலையும் அதற்கான மாற்றங்களும் பின்னோக்கி, படிப்படியாக, தொடக்கத்திலுண்டான செகண்டரி சைலத்திலும் (early secondary xylem), இறுதியிலுண்டான பிரைமரி சைலத்திலும் (late metaxylem), கடைசியில் தொடக்கத்திலுண்டான பிரைமரி சைலத்திலும் (early primary xylem) ஏற்பட்டிருக்கின்றன. இதற்கு மாறாக, ஒரு விதை இலைத் தாவர இனங்களிலோ வெஸல்கள் முதன் முதலாக இறுதியிலுண்டான பிரைமரி சைலத்திலும், பிறகு தொடக்கத்திலுண்டான பிரைமரி சைலத்தை நோக்கி ஏற்பட்டிருப்பதாகவும் விளக்கப்பட்டிருக்கின்றது. மேலும், ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் உறுப்புக்களைப் பொருத்து வெஸல்கள் முதன் முதலாக வேர்களிலும், பிறகு தண்டுகளிலும், அதன் பிறகு இலைகளிலும் தோன்றியிருக்கவேண்டும் என்ற உண்மை நிலை நாட்டப்பட்டிருக்கின்றது.

# 12. ஃபுளோயம் (Phloem)

வரலாறு (History) : நீரையும் உணவையும் செலுத்தும் திசுக்களில் (conducting tissues) சைலம் (xylem) என்றும், ஃபுளோயம் என்றும் இருவகைகளுண்டு. இவற்றின் முக்கியத்துவத்தைக் குறித்த ஆராய்ச்சியில் ஃபுளோயத்தினுடையதைவிட, சைலத்தினுடைய முக்கியத்துவம் முன்னதாக அறியப்பட்டது. மேலும், ஃபுளோயத்தைப் பொருத்தமட்டில் அதனுடைய செலுத்தும் செயலைக் குறித்து அறிவதற்கு முன்னரே அதனுடைய நார்த் திசுக்கள்தான் முதன் முதலாக ஆராய்ச்சியாளர்களின் கவனத்தைக் கவர்ந்தன. இதன் காரணமாக, தொடக்கத்தில் இதற்கு பாஸ்ட் (bast) என்ற பெயர் வழங்கப்பட்டது. (பாஸ்ட் என்றால் "கட்டுவதற்கு" என்று பொருள்). ஃபுளோயத்திலிருக்கின்ற நார்த்திசுக்கள் அன்றும் இன்றும் கட்டுவதற்கு மக்களால் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. ஆதலால், ஃபுளோயம் என்னும் திசு செடிகளுக்கு செய்து வருகின்ற செயல் என்ன என்பதைக் குறித்து தெரிந்து கொள்ளுவதற்கு முன்பு, அது மனித வர்க்கத்திற்கு எந்த வகையில் பயனளிக்கின்றது என்ற முயற்சியின் வாயிலாக இத்திசுவைக் குறித்து ஆராய்ச்சி நடத்தப்பட்டு வந்தது. ஃபுளோயத்திலடங்கியிருக்கின்ற திசுவகைகளில் ஒன்றான சல்லடை செல்களை (sieve elements) முதன் முதலாக ஹார்டிக் (Hartig) என்பவர் 1837-ஆம் ஆண்டில் கண்டு பிடித்தார். இதைத் தொடர்ந்து இவைகளின் இயல்புகளைக் குறித்து படிப்படியாக ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டன. ஆனால், ஃபுளோயம் (phloem) என்ற சொல்லால், முதன் முதலாக நகேலி (Nageli) என்பவர் 1858-ஆம் ஆண்டு இந்த திசுவைப் பெயரிட்டழைத்தார். (ஃபுளோயம் என்ற சொல்லுக்கு கிரேக்க மொழியில் பட்டை என்று பொருள்). நாளடைவில் இந்த அடைமொழியே உணவு செலுத்தும் திசுவிற்கும் பொருந்தும் என்ற வகையில் இன்று வரையில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது. இருந்தபோதிலும், இதற்கு அடைமொழிகளாக, ஜெர்மானிய நாட்டில், லெப்டோம்' ஸீப்டெயில், கிரீப்ரல்டெயில் (leptome; siebteil; cribralteil)

என்றும் பிரான்சு நாட்டில், இதற்கு லீபர், கிரிப்லே திசு (liber-tissue crible) என்றும் வழக்கிலிருந்து வருகின்றன. லெப்டோம் என்ற சொல் ஃப்புளோயத்தில் செலுத்தும் வேலையைச் செய்து வருகின்றதும் மெல்லிய செல்லுறைகளைப் பெற்றுள்ளதுமான சல்லடை செல்களையும் (sieve elements), துணை செல்களையும் (companion cells), பாரங்கைமா செல்களையும் குறிக்கின்றது. இதற்கு இணையான சொல்லாக சைலத்திற்கு ஹாட்ரோம் (hadrom) என்ற சொல் வழங்கப்படுகிறது. இந்த ஹாட்ரோம் என்ற சொல்லும் முன்னதைப் போன்று, செலுத்தும் வேலையைச் செய்கின்ற டிரக்கியரி (tracheary) செல்களையும் பாரங்கைமா செல்களையும் குறிக்கின்றது. இந்த இரு சொல்களின் வரையறையில், நார்த் திசுக்களைத் தவிர்த்திருப்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். பட்டை (bark) என்ற சாதாரணச் சொல் ஃப்புளோயத்தையும், ஃப்புளோயத்திற்கு வெளிப்புறமாக உள்ள திசுக்களையும் ஒன்று சேர்த்து குறிப்பதற்கு சில வேளைகளில் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றது. வேறு வகையில் கூறப்போனால், தண்டுகளிலும் வேர்களிலும் அடங்கியிருக்கின்ற பிரைமரி, செகண்டரி ஃப்புளோயத்தையும் அதற்கு வெளிப்புறமாக உள்ள புறணி (cortex) என்ற பாகத்தையும், பெரிடெர்ம் (periderm) முதலியவற்றைக் குறிப்பதற்கும், பட்டை என்ற சொல் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ஆகவே, பிரைமரி வளர்ச்சியுற்ற, தண்டு, வேர் பாகங்களில் இருக்கின்ற பிரைமரி ஃப்புளோயத்தையும், இதற்கு வெளிப்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற திசு வகைகளைக் குறிப்பதற்கும், செகண்டரி வளர்ச்சியுற்ற தண்டு வேர் பாகங்களிலிருக்கின்ற செகண்டரி ஃப்புளோயத்தையும், இதற்கு வெளிப்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற திசுக்களைக் குறிப்பதற்கும், பட்டை என்ற சொல் பொதுப்படையாக உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றது.

கோட்பாடு (Concept): ஃப்புளோயம், வாஸ்குலார்த் திசுக்களைப் பெற்றுள்ள தாவர இனங்களிலெல்லாம் தோன்றி, உணவு செலுத்துகின்ற செயலைச் செய்கின்ற முக்கியமானதொரு திசுவாகும். உயர்ந்த வர்க்க தாவர இனங்களில் எல்லாம், சாதாரணமாக, உணவு செலுத்தும் திசுவாகிய ஃப்புளோயம் என்ற திசுவும், நீரைச் செலுத்தக்கூடிய சைலம் (xylem) என்கிற திசுவும் ஒன்று சேர்ந்து அடுத்தடுத்து அமைந்திருக்கின்ற ஒருவித அமைப்பை வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு (vascular system) என்று கூறுகிறோம். சைலம் திசுவிலிருப்பது போன்று ஃப்புளோயம் என்ற திசுவும் சிக்கலான அமைப்பையும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட திசுவகைகளையும் வெவ்வேறு செயல்களைச் செய்கின்ற செல்களையும் பெற்றிருக்கின்ற முறையில், இந்த இருவகைத் திசுக்களுக்குமிடையே ஒரு வித ஒற்றுமையைக்

காணமுடிகின்றது. ஆதலால், இந்தத்திசு, அமைப்பு முறையைப் பொருத்தும், செய்யும் செயலைப் பொருத்தும், ஸைலம் போன்றதொரு கூட்டுத்திசுவாக (complex tissue) மதிக்கப்படுகின்றது

ஃபுளோயம் திசுவில் அடங்கியிருக்கின்ற அடிப்படையான ஸெல் வகைகளாவன: (1) சல்லடை ஸெல்கள் (sieve elements) (2) துணை ஸெல்கள் (companion cells) (3) பாரங்கைமா ஸெல்கள் (parenchyma cells) (4) நார் ஸெல்கள் (fibre cells) (5) தடிப்புற்ற ஸெல்கள் (sclereids). பால் சுரக்கும் ஸெல்களைப் (laticifers) பெற்றுள்ள இனங்களில் இவைகளும் ஃபுளோயம் திசுவில்தான் அனேகமாக காணப்படுகின்றன. இதுவுமின்றி, உருவ இயலைப் பொருத்தும், செய்கின்ற செயலைப் பொருத்தும் பலவகையான தனிப்பட்ட ஸெல்களும் (idioblasts), ஃபுளோயம் திசுவில் சில சமயங்களில் காணப்படுவதுமுண்டு. ஃபுளோயம் திசு மிகவும் மென்மையானது (delicate). இதனுல், இதன் அமைப்பைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வதற்கு தனிப்பட்ட, சில, கடினமான முறைகளைக் கையாள வேண்டியிருக்கின்றது. இருந்தபோதிலும், ஃபுளோயம் திசுவின் அமைப்பைக் குறித்து பரிணும அடிப்படையில் இதன் வரலாற்றைக் குறித்தும் சிந்திக்கும்பொழுது, ஸைலம் திசுவைப் பற்றித் தெரிந்துகொண்ட முழு அளவிற்கு இதனைக் குறித்து இது வரையிலும் சரிவர அறிய முடிவதற்கில்லை. இந்த வகை குறைபாட்டிற்கு பல காரணங்களுண்டு. அவைகளில் முக்கியமானது, மேலே கூறியபடி, இதன் ஸெல்களின் மென்மை தன்மையும், இதற்கே உரித்தான சில ஸெல்லியல் சம்பந்தப்பட்ட குணுதிசயங்களாகும். (cytological characteristics). இந்த திசுவின் வரலாற்றைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வதற்கு புதைபட்ட, பழங்காலத்து தாவரங்களும் பயன்படுவதில்லை. ஏனென்றுல், இந்தத்திசு பழங்காலத்தில் புதைபட்டத் தாவர இனங்களில் சரிவரக் காப்பாற்றப் படவில்லை.

வர்த்தகத்துறையில் இந்தத் திசு மிகவும் முக்கியத்துவம் பெற்றது. இதற்குக் காரணம், இனங்களுக்கேற்ப ஃபுளோயத் திசுவில் வெவ்வேறு அளவிலிருக்கின்ற நார்த்திசு வகைகளும், லேடெக்ஸும் (latex), மருத்துவப் பொருள்களும் (drugs) டேன்னின் (tannin) ஆல்கலாய்ட்கள் (alkaloids) எனும் பயன்படும் பொருள்களும் கிடைப்பதாகும்.

ஃபுளோயத்தை சில வழிகளில் ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுதும், ஏனையத் திசுக்களுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுதும், இது ஒரு விசித்திரமான திசுவாகக் காணப்படுகின்றது. சாதாரணமாக ஃபுளோயத்தில் மிகவும் நேர்த்தியான, உன்னத நிலையை அடைந்த ஸெல்கள் இருப்பதைப் பார்க்கலாம். இது செய்து வருகின்ற செயலுக்குத் தக்கவாறு, அதாவது, தயாரிக்கப்பட்ட உணவை

செலுத்துவதில் பங்கு கொண்டு அந்த செயலுக்கேற்ப இதிலிருக்கும் சல்லடை செல்களும், பாரங்கைமா செல்களும், துணை செல்களும், தத்தமக்கே உரித்தான உள்ளமைப்புகளைக் குறிப்பிடத்தக்க முறையில் பெற்றிருக்கின்றன என்ற அடிப்படையில் சிந்திக்கும் பொழுதும், இத்தகைய நிலையை வேறெந்த வகை திசுக்களிலும் காணப்படாத காரணத்தினாலும், இது ஒரு வியப்பைக் கொடுக்கக் கூடிய திசு என்று கூறுவது மிகையாகாது.

பாகுபாடு (Classification): தாவர இனங்களின் உறுப்புக்கள் வளர்ந்து வருகின்றபொழுது, அவைகளிலுள்ள புரோக்கேம்பியத்திலிருந்து உண்டாகின்ற ஃபுளோயத்தை பிரைமரி ஃபுளோயம் (primary phloem) என்றும், இந்த உறுப்புக்கள் முதிர்ச்சியடைந்த பிறகு ஏற்படுகின்ற, அதாவது, செகண்டரி வளர்ச்சியின் பொழுதுக் கேம்பியத்தினால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்ற ஃபுளோயத்தை செகண்டரி ஃபுளோயம் (secondary phloem) என்றும், சைலத்தைக் குறித்து பாகுபாடு செய்யப்பட்ட அதே அடிப்படையில் இதையும் மேலே கூறியவாறு பாகுபாடு செய்யப்பட்டிருக்கின்றது. மேலும், பிரைமரிஃபுளோயத்தைப் பொருத்தமட்டில், பிரைமரி சைலத்தின் திசுக்களைப் பாகுபாடு செய்யப்பட்ட அதே அடிப்படையில், இதையும் புரோட்டோஃபுளோயம் (protophloem) என்றும், மெட்டாஃபுளோயம் (metaphloem) என்றும் இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். பிரைமரி ஃபுளோயம் வளர்ச்சியில் முதன் முதலாக, அதாவது' தொடக்கத்தில் உண்டாகின்ற திசு புரோட்டோஃபுளோயம் என்றும், பிரைமரி வளர்ச்சியின் இறுதியிலுண்டாகின்ற திசு மெட்டாஃபுளோயம் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது. ஒரு உறுப்பில் பிரைமரி ஃபுளோயமும் பிரைமரி சைலமும் அடுத்தடுத்து அமைந்திருக்கின்றபொழுது, இவைகளின் முறையே புரோட்டோஃபுளோயமும் மெட்டாஃபுளோயமும், புரோட்டோசைலமும் மெட்டாசைலமும் உறுப்பைப் பொருத்து அமைந்திருக்கின்றபோக்கைக் கவனித்தால், மெட்டாசைலமும், மெட்டாஃபுளோயமும் புரோக்கேம்பியத்தையடுத்து முறையே இரு பக்கங்களிலும் உள்ளும் புறமுமாக அமைந்து, புரோட்டோசைலம், மெட்டாசைலத்தையடுத்து உட்புறமாகவும் புரோட்டோஃபுளோயம் மெட்டாஃபுளோயத்தையடுத்து வெளிப்புறமாகவும் அமைந்திருக்கின்ற முறையை பிரைமரித் தண்டுகளில் எல்லாம் சாதாரணமாகக் காணலாம் (படம் 15.26). செகண்டரி அல்லது குறுக்கு வளர்ச்சி, இரு விதையிலைத் தாவரங்களிலும், ஜிம்னோஸ்பர்ம்களிலும் (Gymnosperms), கேம்பியத்தினால் ஏற்படுத்தப்படும் பொழுது, செகண்டரி சைலம் தண்டுகள், வேர்கள் முதலியவற்றில் கேம்பியத்திற்குட் புறத்தை நோக்கியும் செகண்டரி ஃபுளோயம் வெளிப்புறத்தை நோக்கியும்

உண்டாகின்றன. வேறுவகையில் கூறப்போனுல், இந்த இருவகை ஸெகண்டரித் திசுக்களும் ஒன்றுக்கொன்று எதிரெதிராகவும் கேம்பியத்திற்கு இரு பக்கங்களிலும் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

தாவரங்களின் இனங்கள், வகைகள், உறுப்புக்கள் முதலியவைகளைப் பொருத்து பிரைமரி ஃபுளோயத்தின் இருப்பிடம் மாறுபடுகிறது. உதாரணமாக, தண்டுகளில், ஃபுளோயம் ஸைலத்திற்கு வெளிப்புறமாகவும், இளம் வேர்களில், ஸைலத்திற்குப் பக்கத்திலும் இலைகள், இலைகள் போன்ற உறுப்புக்களில் ஸைலத்திற்குக் கீழ்ப்புறமாகவும், சில ஃபர்ன்கள் (Ferns), பல இரு விதையிலைத் தாவரக் குடும்பங்களாகிய அப்போஸினேஸி (Apocynaceae), அஸ்கிலிபியாடேஸி (Asclepiadaceae), கொன்வால்வுலேஸி (Convolvulaceae), கூக்கூர்பித்தேஸி (Cucurbitaceae), மிர்த்தேஸி (Myrtaceae), லித்ரேஸி (Lythraceae), ஸோலனேஸி (Solanaceae), கொம்பாஸித்தி (Compostae) முதலியவைகளில் ஸைலத்திற்கு உள்ளும் புறமுமாகவும் அமைந்திருக்கின்ற முறையைப் பார்க்கலாம். மேற் குறிப்பிட்ட குடும்பங்களில் ஸைலத்திற்குள்ளும் புறமுமாக அமைந்திருக்கின்ற ஃபுளோயத்தில், ஸைலத்திற்கு வெளிப்புறமாக இருப்பதை புற ஃபுளோயம் (external phloem) என்றும், அதற்குட் புறமாக அமைந்திருப்பதை அக ஃபுளோயம் (internal phloem) என்றும் கூறலாம் (படங்கள் 15.31; 15.39). இந்த புற, அக ஃபுளோயம் பிரைமரி ஃபுளோயத்தைச் சார்ந்ததாகும். இவைகளை முறையே அபேக்ஸியல் ( abaxial ), அடேக்ஸியல் ( adaxial ) ஃபுளோயம் என்று கூறப்படுவதுமுண்டு. இதுவுமன்றி, வேறு ஒரு வகையான ஃபுளோயமும் சில இனங்களில் காணப்படுகின்றது. அதாவது, ஸெகண்டரி ஃபுளோயமாக வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்திற்கு வெளிப்புறமாக அமைந்திருப்பதோடல்லாமல் இது ஸெகண்டரி ஸைலத்தினூடே அங்குமிங்குமாகவோ அல்லது ஒரு ஒழுங்கற்ற முறையுடனே (படங்கள் 15.37; 15.39), அல்லது ஒழுங்குற்றோ (படம் 15.38) அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். உதாரணமாக, லெப்தடினியா (Leptadenia), ஸ்திரிக்னோஸ் (Strychnos), அவிஸின்னியா (Avicennia), கொம்பிரிதும் (Combretum), சால்வடோரா (Salvadora), பிக்னோனியா (Bignonia) முதலிய பேரினங்களிலும், அமராந்தேஸி (Amaranthaceae), போலிகோனேஸி (Polygonaceae), கீனோபோடியேஸி (Chenopodiaceae), நிக்தாஜினேஸி (Nyctaginaceae) முதலிய குடும்பங்களிலும் இந்தவகை ஃபுளோயம் அவையவைகளுக்கே உரித்தான இயல்பாக உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த வகை ஸெகண்டரி ஃபுளோயம், ஸெகண்டரி ஸைலத்தினூடே அமைந்திருக்கின்ற காரணத்தினுல், இது ஸைல

மிடைப்பட்ட ஃபுளோயம் (interxylary phloem) என்றும், உட்பட்ட ஃபுளோயம் (included phloem) என்றும் அழைக்கப் படுகின்றது. இந்த ஸைலமிடைப்பட்ட ஃபுளோயம், ஸெகண்டரி ஸைலம் அடுக்கை மாறி மாறி சூழ்ந்து பல வட்டங்களாக அமைந் திருந்தால் அப்படிப்பட்ட வகையை பல வட்ட வகை (concentric type) என்றும், இதையே பன்சொல் அடைமொழியாக லத்தின் மொழியில், கோர்ப்புஸ் லிக்னோஸும் ஸிர்க்கும்வல்லாத்தும் (corpus lignosum circumvallatum) என்றும் இதைச் சுருக்கி கோ.லி.ஸி. (c.l.c.) என்றும் கூறப்படுகின்றது (படம் 15.37). அதே சமயத்தில், இந்த வகை ஃபுளோயம் பல பகுதிகளாக (strands) ஸெகண்டரி ஸைலத்தில் புதைந்து காணப்படுவதுண்டு. இது ஃபோர்ராமினேட் வகை (foraminate type) என்றும், பன்சொல் அடைமொழியாக லத்தின் மொழியில் கோர்புஸ் லிக்னோஸும், ஃபோராமிஞத்தும் (corpus lignosum foraminatum) என்றும் இதைச் சுருக்கி கோ. லி. ஃபோ. (c. l. f.) என்றும் கூறப்படுகின்றது (படம் 15.39). இதுவுமின்றி, உறுப்புக்களில் மைய பாகத்தைச் சுற்றியும் பிரைமரி ஸைலத்தை அடுத்தும் வேறு ஒரு வகையான பிரைமரி ஃபுளோயம் உண்டாகின்றது. இதற்கு அக ஃபுளோயம் (internal phloem) என்று பெயர் (படங்கள் 15.31;15.39). இந்த அக ஃபுளோயத்தின் வளர்ச்சியைக் குறித்து விளக்கும்போது இது புற ஃபுளோயம் உண்டான பிறகுதான் ஒரு உறுப்பில் தோன்று கின்றது என்றும், இதுவும் பிரைமரி ஃபுளோயம் வகையைச் சார்ந்தது என்றும் தெரிகின்றது. ஆனல், இதனுடைய வளர்ச்சி, அமைப்பு, கூட்டமைவு, ஸெல்களின் அளவு, முதலியவற்றைப் பொருத்தமட்டில் இது புற ஃபுளோயத்தை ஒத்திருக்கின்றது என்றும், இது ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படும்பொழுது எந்த வகை யிலும் மேற்கொண்டு மாறுதலும், அதிகரிப்பும் அடைவதில்லை என்றும் தெரிகின்றது.

**சல்லடை மூலக்கூறுகள் (Sieve elements):** டிரக்கியரி மூலக் கூறுகளில் (tracheary elements) தாழ்ந்த, பிற்போக்கு நிலை யிலுள்ளவைகளை டிரக்கீட்களென்றும், அதே சமயத்தில், உயர்ந்த, முற்போக்கு நிலையிலுள்ளவைகளை வெஸல்களென்றும் பிரித்து பாகு பாடு செய்யப்பட்டிருப்பது போல, ஃபுளோயம் திசுவிலுள்ள செலுத்தும் திசு வகைகளையெல்லாம் (conducting tissues) ஒன்று சேர்த்து சல்லடை மூலக்கூறுகள் (sieve elements) என்று பாகுபாடு செய்யப்பட்டிருக்கின்றது. டிரக்டியரி மூலக்கூறுகளில் எவ்வாறு டிரக்கீட்கள் தாழ்ந்த, பிற்போக்கடைந்த நிலையிலிருப்பதாகக் கருதப்படுகின்றதோ, அதுபோல் அதற்கு இணையான நிலையில் சல்லடைத் திசு மூலக்கூறுகளில் சல்லடை ஸெல்கள் (sieve cells)

இருக்கின்றன (படம் 12.15). இதுபோல், எவ்வாறு வெஸ்ஸல்கள் டிரக்கியரி மூலக்கூறுகளைப் பொருத்தமட்டில் உயர்ந்த, முற்போக்கடைந்த நிலையில் வைத்துக் கருதப்படுகின்றதோ அதற்கு ஒத்த நிலையில் சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களும் (sieve tube members or elements) உயர்ந்த, முற்போக்கடைந்த நிலையிலிருப்பதாகக் கருதப்படுகின்றன (படம் 12.13). சல்லடைக் குழாய் (sieve tube) என்று சொல்லப்படும் பொழுது, பல சல்லடைக் குழாய் ஸெல்கள் உயரப் போக்கில் ஒன்றன் மேலொன்ருக இணைந்து தொடர்ச்சியாக அமைந்திருக்கின்ற தொகுப்பைக் குறிப்பதாகும். இந்த வகை அமைவு முறையில் சல்லடைக் குழாய், ஸைலத்திலுள்ள வெஸலை ஒத்திருக்கிறது. குழிகளும் (pits), நுனி உறை (end wall) திறவுத் தட்டுகளும் (perforation plates) எவ்வாறு வெஸல்களுக்கு உரித்தான முறையில் காணப்படுகின்றதோ அதுபோல சல்லடை மூலக்கூறுகளில் (sieve elements) சல்லடைப் பரப்பும் (sieve area) சல்லடைத் தட்டும் (sieve plate) இவைகளுக்கே உரித்தான முறையில் அமைந்திருக்கின்றன.

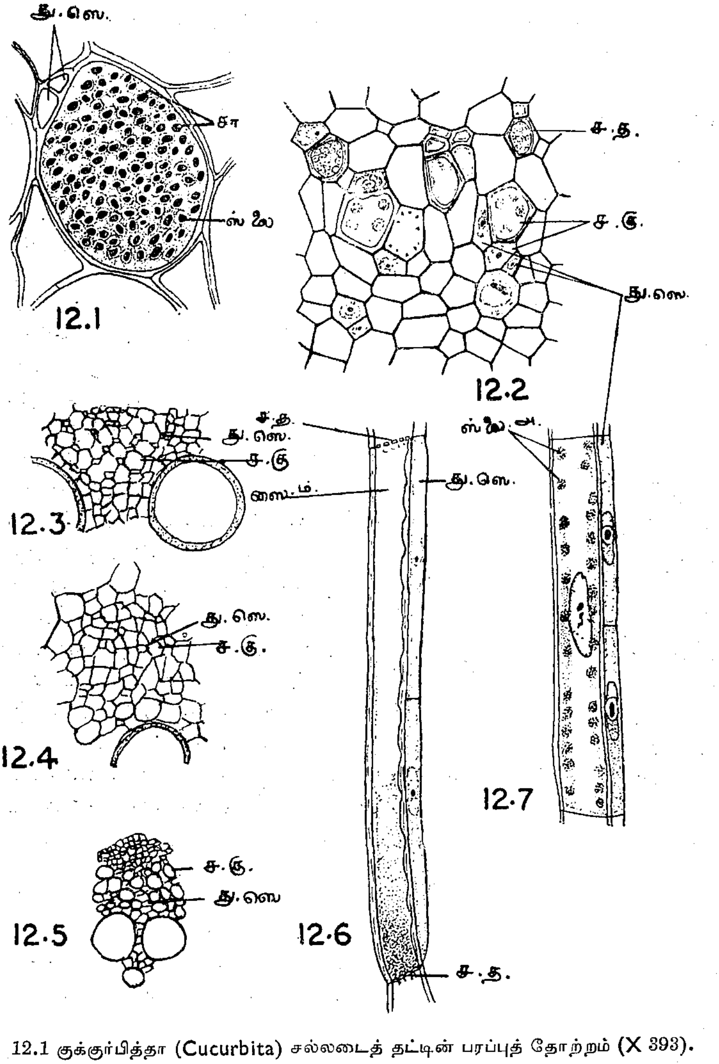
**சல்லடைப் பரப்புகளும் தட்டுகளும்** (Sieve areas and plates) : உருவவியல்படி (Morphology), சல்லடைத் திசுக்கூட்டுக்கள் முன்னேற்றம் அல்லது உயர்ந்த நிலையை அடைந்திருக்கின்றதென்ருல் அந்நிலையைக் குறிக்கக்கூடியது அவைகளின் ஸெல்லுறைகளில் காணப்படும் சல்லடைப் பரப்புகளும், புரோட்டோபிளாஸத்தில் காணப்படுகின்ற விசித்திரமான இயல்புகளும் வேறுபாடுகளுமாகும். சல்லடைப் பரப்புகள் என்பது ஸெல்லுறைப் பரப்புகளில் காணப்படுகின்ற துளைகளின் (pores) தொகுப்பையும் இவைகளின் வழியாக செல்லுகின்ற இழைபோன்ற (strand like) புரோட்டோபிளாஸ்மிக் அமைப்புகளையும் குறிப்பதாகும். இவ்வமைப்புகளைப் பார்க்கும்பொழுது அவை சல்லடை போன்ற தோற்றத்தைப் பெற்றிருக்கின்ற காரணத்திஞல், இவைகளுக்கு சல்லடை பரப்பு, அல்லது சல்லடைத் தட்டு என்று பெயரிடப்பட்டிருக்கின்றது. மேலும், துளைகளின் வழியாக செல்லுகின்ற இழை போன்ற புரோட்டோபிளாஸ்மிக் நீட்சிகளின் (prolongations) மூலம் ஒரு ஸெல்லுக்கும் மற்ருென்றுக்கும் ஒரு தொடர்பு ஏற்படுகின்றது. இவ்வாருக, சல்லடைப் பரப்புகள் உயிருற்ற பாரங்கைமா ஸெல்களின் ஸெல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற பிரைமரி குழிப் பகுதிகளையும் அவைகளினூடே செல்லுகின்ற பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டாக்களையும் (plasmodesmata) ஒத்திருக்கின்றன. இந்த அடிப்படையில், சல்லடைப் பகுதிகளை உன்னத நிலையையடைந்த பிரைமரி குழிப் பகுதிகளென்று கருதுவது மிகையாகாது. சல்லடைப் பரப்புகளின் அமைப்புமுறை இவ்வாருக இருக்க அவை

களில் இருக்கின்ற துளைகளின் அகலம் அல்லது குறுக்களவு ஒரு மைக்ரானுக்குக் (micron) குறைந்தும், 15 மைக்ரானுக்கு மேற்படாமலும் அல்லது சில வேளைகளில், இதற்கு மேல் அதிகப்பட்டும் இருக்கின்றன.

சல்லடைப் பகுதிகளில் காணப்படுகின்ற இழை போன்ற நீட்சிகளை, வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது அவைகளுடன் சர்க்கரைப் பொருள்களாலான காலோஸ் (callose) என்ற அமைப்பு இணைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஒரு சல்லடைப் பரப்பை மேலிருந்து நோக்கும்பொழுது அது ஒரு தாழ்ந்த பகுதியிலிருப்பதாகவும் அதில் பல புள்ளிகள் போன்ற அமைப்புகளிருப்பதாகவும் தெரியும் (படங்கள் 12.8;12.9;12.12). ஆனால், உண்மையில் ஒவ்வொரு புள்ளியும் இழை போன்ற புரோட்டோபிளாஸ்மிக் நீட்சியையும் அதைச் சூழ்ந்து வளையம் போன்று அல்லது குழல் போன்றிருக்கின்ற காலோஸ் என்ற பொருளையும் கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். இந்த காலோஸ் என்ற அமைப்பை, அனிலின் நீலம் (anilin blue) அல்லது ரிஸார்ஸின் நீலம் கொண்டு (resorcin blue) சாயப் படுத்திப் பார்க்கும்பொழுது அது நீலநிறம் அடைவதிலிருந்து அதை எளிதில் கண்டறியமுடியும். இந்த காலோஸ் என்ற பொருள் துளைகளைச் சுற்றியும், புரோட்டோபிளாஸ்மிக் இழை போன்ற அமைப்புகளைச் சூழ்ந்தும், குழாய்கள் போன்ற நிலையில் காணப்படும் (படங்கள் 12.10; 12.11). மேலும், சாதாரணமாக சல்லடை மூலக்கூறுகள் (sieve elements) முதிர்ச்சியடைந்த நிலையிலும், செலுத்தும் செயலைச் செய்துகொண்டு வரும்பொழுதும், காலோஸ் சிறிதளவே உண்டாகியிருக்கக் கூடும் (படங்கள் 12.8; 12.10). மேலும், காலோஸ், குறிப்பிட்ட சில வேளைகளில், துளைகளைச் சுருக்கி விடுவது மாத்திரமல்லாமல், சல்லடைப் பரப்புகளின் மேற்புறமாகவும், அது ஒரு குறிப்பிடதக்க அளவிற்கு துளைகளுக் கிடைப்பட்டப் பகுதிகளில் பரந்தும் காணப்படுவதுமுண்டு. காலோஸ் என்ற பொருள் செலுத்தும் செயலைச் செய்து கொண்டிருக்கும் காலத்தில்கூட உண்டாகின்றதா அல்லது இந்தத் திசுவிற்கு அதிர்ச்சியோ, காயமோ ஏற்படும்பொழுது அதாவது வெட்டிப் பார்க்கும்பொழுது மாத்திரம் உண்டாகின்றதா என்பது சரிவர புரிந்துகொள்ள முடியாத புதிராக இன்றும் இருந்து வருகின்றது. இருந்தபோதிலும் இந்த காலோஸ் என்ற பொருள் செலுத்தும் செல்களுக்கே உரித்தான ஒரு தனிப்பட்ட இயல்பாக அமைந்திருக்கின்றது என்ற அடிப்படையில் சல்லடைக் குழாய்களை எளிதில் அறிந்துகொள்ள முடிகின்றது. மேலும், காலோஸினளவு சல்லடை மூலக்கூறுகளின் சல்லடைப் பரப்புகளில், காலப்போக்கிலும் வயதிற்கு தக்கவாறும் அதிகரிக்கின்றது (படங்கள் 12.9;

12.11). இவ்வாறு அதிகரித்துக் கொண்டு வரும்பொழுது துளைகளும், இழை போன்ற புரோட்டோபிளாஸ்மிக் அமைப்புகளும் பாதிக்கப்பட்டு சுருங்கிவிடுகின்றன. இதே சமயத்தில், காலோஸ், சல்லடைப் பகுதிகளின் மேல் புறத்திலும் அதிகரித்து, பரவிக்கொண்டு வருகின்றது (படம் 12.16). செலுத்தும் திசுவின் செயல்படுகின்ற நிலையின் இறுதிக் கட்டத்தில் காலோஸ் மேலும் அதிகரித்து, விரிவடைந்து துளைகளை முற்றிலும் அடைத்து விடுகின்றது. இதன் விளைவாக, இழை போன்ற அமைப்புகள் வெகுவாக பாதிக்கப்பட்டு விடுகின்றன. அல்லது, சில வேளைகளில் ஓரளவிற்கு பாதிக்கப்படாமலுமிருக்கக் கூடும் (படம் 12.16). சல்லடைப் பரப்புகள் அடுத்தடுத்திருக்குமேயானால், அப்பொழுது அவைகள் ஒவ்வொன்றின் காலோஸும் இணைந்து ஐக்கியமாகி ஒன்றுபட்டு விடுகின்ற நிலையும் ஏற்படலாம். இந்த அளவிற்கு காலோஸ் உண்டாகி, திரண்டு அதிகரித்து காணப்படும் நிலையில் சல்லடை மூலக்கூறுகளில் செயல் நிறுத்தம் ஏற்படுகின்றது. இதற்கு காரணமாக இருக்கின்ற இத்தகைய காலோஸுக்கு தீர்மானிக்கின்ற காலோஸ் (definitive callose) என்று பெயர். இவ்வாறாக, சல்லடை மூலக்கூறுகள் செயலற்றுப்போன நிலையில் அதன் புரோட்டோபிளாஸமும் இழைபோன்ற புரோட்டோபிளாஸ்மிக் அமைப்புகளும் அறவே மறைந்து விடுகின்றன. பிறகு, சல்லடைப் பரப்பிலிருந்து காலோஸும் மறைந்து விடுகின்றன. காலோஸ் மறைந்த பிறகு காணப்படுகின்ற சல்லடைப் பரப்பு செல்லுலோஸினாலான மெல்லிய செல்லுறையையும் அடைபடாத துளைகளையும் பெற்றிருப்பதை இப்பொழுது பார்க்கலாம். இந்த நிலையில்தான் சல்லடைப் பரப்பில் காணப்படுகின்ற சல்லடை போன்ற அமைப்பை மிகத் தெளிவாகக் காணமுடியும்.

சில உதாரணங்களில் சல்லடை மூலக்கூறு ஓர் ஆண்டிற்கு மேலாக நிலைத்திருந்து மீண்டும் மீண்டும் தொடர்ந்து செயல்பட்டுக் கொண்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இவ்வகையான சல்லடை மூலக்கூறு ஏனைய தாவர இனங்களிலிருக்கின்ற சல்லடைத் திசுக்களிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபடுகின்றது. வித்திஸின் (Vitis) சல்லடை மூலக்கூறுகளில் ஒவ்வொரு ஆண்டிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் காலோஸ் மேலே கூறப்பட்ட வகையிலுண்டாகி அவைகளை செயலிழக்கச் செய்கின்றன. இருப்பினும், முதலாண்டில் உண்டான காலோஸ், அடுத்த ஆண்டில் திசுக்கள் செயல்படத் தொடங்கும் பொழுது குறைவடைந்து அவைகளை மீண்டும் செயல்படச் செய்கின்றன. தீலியா (Tilia) வின் ஃபுளோயம் குறைந்தது 10 ஆண்டுகளுக்குத் தொடர்ந்து செயல்படுகின்றது. வித்திஸின் (Vitis) ஃபுளோயம் இரு ஆண்டுகள் வரை தொடர்ந்து செயல்படு




படம் 12.1 குக்குர்பித்தா (Cucurbita) சல்லடைத் தட்டின் பரப்புத் தோற்றம் (X 393).

படங்கள் 12.2. 12.6. & 12.7. சல்லடைக் குழாய் அங்கத்தின் வளர்ச்சி மாற்றங்கள் (X 486). விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படங்கள் 12.3—12.5. ஒரு விதையிலைத் தாவர இனத்தின் மூன்று வகையான ஃபுளோயம் திசுக்கள்.

12.3 ஒழுங்குற்ற வகை.

12.4 நடுத்தர வகை.

12.5 ஒழுங்கற்ற வகை.

விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

து. செ. துணை செல்; கா. காலோஸ்; ஸ்லை. ஸ்லைம்; ஸ்லை. அ. ஸ்லைம் அங்கம்; ச.த. சல்லடைத் தட்டு; ச.கு. சல்லடைக் குழாய்; சை.ம். சைட்டோபிளாஸம்.

கின்றது. இவ்வாறாக, காலோஸ் உண்டாகி செயலறச் செய்வதும் பிறகு குறைந்து மீண்டும் செயலுறச் செய்வதும் இந்தபேரினங்களில் சாதாரணமாக நிகழ்கின்ற நிகழ்ச்சியாகும். இந்த வகையாக மாறி மாறி அதிகரித்தும் பிறகு குறைந்தும் காணப்படுகின்ற காலோஸ் 'உறங்கும் காலோஸ்' (dormancy callose) என்றழைக்கப் படுகின்றது. சல்லடைப் பரப்புகளில் காலோஸ் உண்டாகி அதன் புரோட்டோபிளாஸம் பாதிக்கப்படாமலிருந்தால் அப்படிப்பட்ட செல்களில் உண்டான காலோஸ் பிறகு மறைந்து செல்கள் செயல்படுகின்றன. காலோஸ் உண்டான பிறகு புரோட்டோபிளாஸம் பாதிக்கப்பட்டு மறைந்து விடுவதற்கு காரணமாக இருக்கின்ற காலோஸை "தீர்மானிக்கின்ற காலோஸ்" என்று வேறு விதமாகவும் கூறலாம். சல்லடைப் பரப்பிலிருக்கின்ற செல்லுறை இரட்டிப்பான அமைப்பைக் (double structure) காட்டுகின்றது. இந்த இரட்டிப்பான அமைப்பில் ஒன்று ஒரு செல்லின் பிரைமரி செல்லுறையையும், மற்றொன்று அத்துடன் இணைந்திருக்கும் மற்றொரு செல்லின் பிரைமரி செல்லுறையையும் பெற்று காணப் படுகின்றது. இந்த இரு செல்லுறைகளும் (பிரைமரி) செல்லிடைப் பொருளினால் (intercellular substance) இணைக்கப்படுகின்றன (படங்கள் 12.10; 12.11). இந்த நிலையில் ஒவ்வொரு சல்லடைப் பரப்பிலும் அல்லது தட்டிலும் காணப்படுகின்ற இரு பிரைமரி செல்லுறைகளிலும் எளிய குழிகள் (simple pits) இருக்கின்றன. இக்குழிகளை எளிய குழிகள் என்றழைப்பது பொருத்தமற்றதாக இருந்தபோதிலும், இவைகளுக்கு தனிப்பட்ட கலைச்சொல் இல்லாத காரணத்தினால் 'எளிய குழிகள்' என்று கூறப்படுகின்றன.

**சல்லடைத் தட்டின் வளர்ச்சி** (Development of sieve plates) : இப்பொழுது, சல்லடைப் பரப்புகளில் துளைகள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன என்பதைக் குறித்து பார்ப்போம். சல்லடைத் திசுப் பகுதிகளிலுள்ள செல்கள் ஆக்குத்திசுவிலிருந்துண்டான பிறகு, முதன் முதலாக, அவைகளில் சல்லடைப் பகுதிகள் உண்டாகின்ற பகுதிகளைப் பார்க்கும்பொழுது, அந்தப் பகுதிகள் பிரைமரிக் குழிகளை ஒத்திருக்கின்றன. இந்த தொடக்க நிலையிலுள்ள சல்லடைப் பரப்புகளில் துளைகள், செல்களில் வளர்ச்சி மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்பொழுது, விரிவடைகின்றன. துளைகள் எப்படி தோன்றுகின்றன என்பதைக் குறித்து சமீப காலத்தில்

எலக்ட்ரான் மைக்ரோஸ்கோப்பின் உதவியைக்கொண்டு பார்த்த பொழுது இவைகள் எல்லாம் சிக்கலான முறைகளிலுண்டாகின்றன என்ற உண்மை தெரியவருகின்றது. உதாரணமாக, எதிர்காலத்தி லேற்படக்கூடிய துளைப் பகுதி (pore site), முதன் முதலாக, பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டாவினல் நிரப்பப்பட்டிருக்கின்றது. இந்தத் துளைப் பகுதிகளின் இரு எதிர்புறங்களின் மேல் பக்கமாக எண்டோ பிளாஸ்மிக் வலை விரிப்புகளும் (sheets of endoplasmic reticulum), காலோஸ் தட்டுகளும் (callose platelets) வந்தடைகின்றன. எண்டோபிளாஸ்மிக் வலைக்கும், காலோஸ் தட்டுகளுக்குமிடைப் பட்ட பகுதிகளில், எக்டோபிளாஸ்ட் (ectoplast) இருக்கின்றது. இவ்வாறு அமைந்திருக்கின்ற காலோஸ் தட்டுகளும், எண்டோ பிளாஸ்மிக் வலை விரிப்புகளும் அகலம் அல்லது குறுக்குப் போக்கில் எதிர்காலத்தில் ஏற்படுகின்ற துளைகளின் குறுக்களவை அல்லது அகலத்தைப் பெறுகின்ற வரையில் விரிவடைகின்றன. கடைசியாக, ஸெல்லுறைகளுக்கு எதிர்ப்பக்கங்களிலும் இவ்வாறு விரிவடைந்து கொண்டுவரும் இரு காலோஸ் தட்டுகளும், இவை களிரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட ஸெல்லுறையும் மறைந்த பிறகு, ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணைந்து ஐக்கியமடைந்து விடுகின்றன. பிறகு, பல துளைகள் இணைந்த காலோஸ் தட்டுகளுண்டாகி, அவை விரிமையப் போக்கில் விரிவடைகின்றன. இந்த வளர்ச்சியின் நிகழ்ச்சியைச் சிந்தித்துப் பார்த்தால் ஒவ்வொரு துளையும் ஆரம்பத் திலிருந்து கடைசிவரை காலோஸினல் சூழப்பட்டிருக்கின்றது என்ற உண்மை தெரிய வருகின்றது. இரு பக்கங்களிலுமுள்ள காலோஸ் தட்டுகள், இடைப்பட்ட ஸெல்லுறை மறைந்த பிறகு ஒன்று சேர்கின்றன என்று பார்த்தோம். இடைப்பட்ட ஸெல் லுறை எவ்வாறு மறைகின்றது என்பதைக் குறித்து பார்க்கும் பொழுது, ஸெல்லுலோஸல்லாத பொருள்களினலான ஸெல்லுறை பாகம் மட்டும் நீக்கப்பட்டு ஸெல்லுலோஸ் மிக்ரோஃபைப்ரில்கள் துளைகளின் உட்வரம்புகளை நோக்கி தள்ளப்படுகின்றன என்று அறியப்படுகின்றது. இரு துளைகளுக்கிடைப்பட்டதும், தடுப்புகள் (bars) என்றழைக்கப்படுகின்றதுமான அமைப்புகளில் மேற் கொண்டு ஸெல்லுறைப் பொருள்கள் படிவதனலும், ஸெல்லு லோஸ், மிக்ரோஃபைப்ரில்கள், இந்தத் தடுப்புகளை நோக்கி வந்த டைவதினலும் அவை மிகவும் தடிப்பானதாக மாறுகின்றன.

சல்லடைப் பகுதிகளைப் பரிணும அடிப்படையிலும், திசு வரலாற்றின்படியும் ஆராயும்பொழுது, அவைகள் வெவ்வேறு அளவு உன்னத நிலையையும் முன்னேற்றமடைந்த தன்மையையும் குறிப்பிடுவனவாக இருக்கின்றன. இந்த நிலைகளை அறிவதற்கு அவைகளின் துளைகளின் குறுக்களவு, அகலம் அளவுகோலாக

உதவுகின்றன. சில வகைத் தாவரங்களில் ஒரு ஸெல்லிலிருக்கின்ற சல்லடைப் பரப்புகள் எல்லாம் முன்னேற்றமடைந்த நிலையைப் பொருத்தமட்டில் ஒரே விதமாக இருக்கும். வேறு சில சமயங்களில், சில, மற்றவைகளைவிட அகலமானதாக இருக்கும். சல்லடைப் பகுதிகள் அதிகமான அகலத்தைப் பெற்றிருக்குமேயானால் அவைகள், சல்லடைத் திசுக் கூட்டிலுள்ள ஸெல்களின் நுனி உறைப் (end walls) பாகங்களில் அமைந்திருக்கும். இந்த முறையில், நுனி உறைப்பாகங்கள் மிக உன்னத நிலையிலுள்ள சல்லடைப் பரப்புகளைப் பெற்றிருந்தால் அந்தக் குறிப்பிட்ட பாகங்கள் சல்லடைத் தட்டுகள் (sieve plates) என்றழைக்கப்படுகின்றன. மேலும், ஒரு சல்லடைத் தட்டில், ஒரே ஒரு சல்லடைப் பரப்பு உண்டானால், அப்படிபட்டத் தட்டு எளிய சல்லடைத் தட்டு (simple sieve plate) என்றும், பல சல்லடைப் பரப்புகளைப் பெற்றிருக்கும்பொழுது, கூட்டு சல்லடைத் தட்டு (compound sieve plate) என்றும் கூறப்படுகின்றன (படம் 12.12). இவ்வாறு நுனி உறைப்பாகங்களில் சல்லடைத் தட்டு தோன்றியிருக்கும்பொழுது ஸெல்களின் பக்க உறைகளில் சல்லடைத் தட்டுகளின் சிறிது தாழ்ந்த, பிற்போக்கான நிலையிலுள்ள சல்லடைப் பரப்புகளையும் (sieve areas) காணலாம். சில வேளைகளில், பக்க உறையிலிருக்கும் சல்லடைப் பரப்புகளுக்கும், நுனி உறை சல்லடைத் தட்டின் பரப்புகளுக்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாட்டை அவைகளின் துளைகளின் அகலத்தைப் பொருத்து தெரிந்து கொள்ளலாம். வேறு சில உதாரணங்களில், இந்த வித வேறுபாடில்லாமல் அவைகளிரண்டின் துளைகளின் அகலமும் ஒரே அளவினதாக இருக்கவும் கூடும்.

சல்லடை செல்களும், சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களும் (Sieve cells & sieve tube members): சல்லடை மூலக்கூறுகளிலுள்ள ஸெல்களின் வளர்ச்சி மாற்றங்களின் அடிப்படையிலும், முன்னேற்ற நிலையின் அடிப்படையிலும், அவைகள் இருவகையினதாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவைகளில் ஒன்றை சல்லடை ஸெல் (sieve cell) என்றும், மற்றொன்றை சல்லடைக் குழாய் ஸெல் (sieve tube cell or member) என்றும் கூறலாம். சல்லடை ஸெல்களை ஆராயும்பொழுது, அவைகள் மிகவும் தாழ்ந்த, பிற்போக்கான நிலை, முன்னேற்ற மடையாத சல்லடை பரப்புகளைப் பெற்றிருத்தல், அவைகள் ஒவ்வொன்றும் மாறுபடாத நிலையிலிருக்கின்ற தன்மை, சல்லடைத் தட்டு என்று சொல்லக்கூடிய அளவிற்கு ஸெல்லுறை பாகம் மாற்றமடையாத தன்மை முதலியவைகளைத் தனக்கே உரித்தான இயல்புகளாகப் பெற்றிருக்கின்ற ஸெல்களாகும். மேலும், இந்த சல்லடை ஸெல்களின் சராசரி நீளம் மிகவும் அதிகமாகவும், ஸெல்கள் மெலிந்தும் (slender), அவைகளின் இரு

நுனிகள் குவிந்தும் அல்லது மிகவும் சாய்வுற்றும் இருக்கின்றன. சல்லடை செல்களுடைய திசுக்களில் சல்லடை செல்கள் நுனி உறைப் பாகங்களில் ஒன்றின் மேல் மற்றொன்று படிந்தும், அவைகளின் உறைகளில் சல்லடைப் பரப்புகளை அநேகமாக ஒழுங்கற்ற முறையில் அதிக அளவில் பெற்றிருப்பதையும் காணமுடியும். ஆனால் சல்லடைக் குழாய் செல்களோ மிக உன்னத நிலையை அடைந்த சல்லடைப் பரப்புகளைப் பெற்றும், சல்லடைப் பரப்புகள், தட்டு கள் போன்ற வேறுபாடடைந்த நிலைகளில் இருக்கின்றன (படம் 12.1). சல்லடை செல்களில் இருப்பது போலல்லாமல், சல்லடைக் குழாய் செல்களில், உன்னத நிலையையடைந்த சல்லடைப் பரப்பு கள் குறிப்பாக நுனி உறைப் பாகங்களில் அல்லது தடுப்பு செல்லுறைகளிலமைந்திருக்கின்றன. இவ்வாறு அமைந்திருக்கும் பொழுது சல்லடைத் தட்டுகள், செல்களின் உயரப்போக்கிற்கு நேர்க்குறுக்கிலும் (transverse) (படம் 12.6), 'அல்லது அவைகளின் பரிணும முன்னேற்றத்திற்கேற்ப அவை வெவ்வேறு கோணங் களிலும் அமைந்திருக்கின்றன (படம் 12.13). சல்லடைக் குழாய் செல்கள் வரிசைக் கிரமமாகவும் ஒன்றன் மேலொன்ருகவும் உயரப் போக்கில் தொடர்ச்சியாகவும் அமைந்திருக்கக் கூடியவைகளாகும் (படம்12.14). இப்படி அமைந்திருக்கும்பொழுது அவைகளுக்கிடைப் பட்ட பொது செல்லுறைகளில் சிறப்பான முறையில் சல்லடைத் தட்டுகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. இது போன்று பல செல்களினுல் தொடர்ச்சியுற்று உயரப்போக்கில் அமைந்திருக்கும் முறை வெஸ லின் அமைவு முறையை ஒத்திருக்கின்றது என்று கூறலாம். இரு சல்லடைக் குழாய்கள் அடுத்தடுத்துப் பக்கவாட்டில் தொடர்புற்று இணைந்திருக்கும்பொழுதுங்கூட இவைகளிரண்டிற்குமிடைப்பட்ட பொது செல்லுறை பாகங்களிலும் சல்லடைத் தட்டுகள் காணப் படுவதுமுண்டு. ஆனுல், அவை சிறிது பிற்பட்ட நிலையிலும் அல்லது நுனி உறை அல்லது தடுப்பு செல்லுறைப் பாகங்களில் காணப்படுகின்ற நிலையையும் ஒத்து இருப்பதுண்டு.

திசு வரலாறும் முன்னேற்றமும் (Phylogeny & specialization): ஏற்கனவே கூறப்பட்ட காரணங்களினுல், இந்தத் திசுவின் வரலாறு சைலம் திசுவின் வரலாற்றைத் தெரிந்துகொண்ட அளவிற்கு சரிவரத் தெரிந்துகொள்ள முடிவதில்லை. இருந்த போதிலும், கடைநிலை வாஸ்குலார்த் தாவர இனங்களில் (lower vascular plants), ஜிம்னேஸ்பர்ம்களில் எல்லாம் சல்லடை செல் களும், ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களில் எல்லாம், ஏறக்குறைய சல்லடைக் குழாய்களும் காணப்படுகின்றன. சல்லடைக் குழாய் செல்கள் கீழ்க்காணும் வகைகளில் முன்னேற்றமடைந்து உன்னத நிலையை அடைந்திருக்கின்றன என்று தெரிகின்றது. அவைகளாவன:

(1) செல்லுறைகளில் காணப்படுகின்ற சல்லடைப் பரப்புகள் படிப்படியாக மாறி முன்னேற்றம் அடைந்து நுனி உறைப்பக்கங்கள் அல்லது தடுப்பு செல்லுறைப் பகுதிகளிலுண்டாதல். (2) தடுப்பு செல்லுறை அல்லது நுனி உறைப் பாகத்தின் அமைவு, செங்குத்தான நிலையிலிருந்து படிப்படியாக மாறி கடைசியில் செல்களின் உயரப் போக்கிற்குப் படர்க்கையில் அல்லது குறுக்கில் வந்தமைதல். (3) கூட்டு சல்லடைத் தட்டுகள் படிப்படியாக மாறி கடைசியில் எளிய சல்லடைத் தட்டுகளாக மாறி விடுதல். (4) பக்க உறைகளில் காணப்படுகின்ற சல்லடைப் பரப்புகளின் வெளிப்படையான தோற்றத்தின் அளவு படிப்படியாகக் குறைவுறுதல். இந்த வகைப் பரிணும மாற்றங்கள், பிரைமரி ஃபுளோயத்திலுள்ள மெட்டா ஃபுளோயத்தில் மாத்திரமன்றி, செகண்டரி ஃபுளோயத்திலும் இதே முன்னேற்ற மாற்றங்கள் ஏற்பட்டிருப்பதாகக் கருதப்படுகின்றது. இரு விதையிலைத்தாவர இனங்களில் பரிணும முன்னேற்றம் படிப்படியாக அதிகரித்துக்கொண்டு வருவதற்கு தக்கவாறு, சல்லடைத் தட்டுகளிலுள்ள துளைகளின் அகலமும் விரிவடைந்து கொண்டு வந்திருக்கின்றது. இத்துடன் சல்லடைப் பரப்பிலுள்ள இழைகள் போன்ற புரோட்டோபிளாஸ்மிக் அமைப்புகளின் சதவிகிதமும், அதிகரித்துக்கொண்டு வந்திருக்கின்றது. ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் டிரக்கியரி மூலக்கூறுகளில் (tracheary elements) ஏற்பட்டிருக்கின்ற பரிணும மாற்றங்களுக்கு மாருக, சல்லடை மூலக்கூறுகள் (sieve elements) முதன் முதலாக இலைகளில் தோன்றி வேர்களை நோக்கி ஏற்பட்டிருக்கின்றதாக காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. இந்த வகையில், இரு விதையிலைத் தாவரங்களைப் பொருத்து இதுகாறும் ஆராயப்படவில்லை.

மேற்கூறப்பட்ட சல்லடை மூலக்கூறுகளில் ஏற்பட்டிருக்கின்ற பரிணுமப் போக்குகளை டிரக்கியரி மூலக்கூறுகளில் ஏற்பட்டவைகளுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது, இவைகளிரண்டிற்கும் பலவித இணைபாடுகளிருப்பதை அறியமுடிகின்றது. ஓர் ஒழுங்கற்ற முறையிலும் குறுகிய அல்லது குவிந்த நுனி உறை பாகங்களையும், சரிவர மாற்றமும் முன்னேற்றமுமடையாத சல்லடைப் பரப்புகளை மாத்திரம் (சல்லடைத் தட்டுகள் தோன்ருமல்) பெற்றுள்ளதும் அதிக சராசரி நீளத்தைப் பெற்றுள்ளதுமான சல்லடை செல்கள் கடைநிலை வாஸ்குலார் தாவரங்களிலும் ஜிம்னேஸ்பர்ம்களிலும் எப்பொழுதும் காணப்படுகின்றன. மேற்கூறப்பட்ட வகைகளில் சல்லடை செல்கள் டிரக்கீட்களை ஏறக்குறைய ஒத்திருக்கின்றன. எப்படி சல்லடை மூலக்கூறுகளில் பக்க உறைகளில் துளைகளுண்டாகி பிறகு மேற்கொண்டு விரிவடைந்து முன்னேற்றப் பாதையில் படிப்படியாக முன்னேறி அவைகள் வந்திருக்

கின்றனவோ அது போன்று, டிரக்கியரி மூலக்கூறுகளிலும் நுனி உறைத் திறவுகள் உண்டாகி முன்னேற்ற நிலையை அடைந்திருக்கின்றன. வெஸல்களின் திறவுகளுற்ற நுனி உறைப் பாகத்திற்கு எப்படி திறவுத்தட்டு (perforation plate) எனும் அடைமொழி பொருந்துமோ அது போன்று சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களுக்கு சல்லடைப் பரப்புகளில் மிக அகல மான துளைகளையுடைய பாகத்திற்கு சல்லடைத் தட்டு என்ற சொல் முற்றிலும் பொருந்தும். இந்த இருவகை கூட்டுத் திசுக் களிலும் தடுப்பு ஸெல்லுறை அல்லது நுனி உறை ஸெல்களின் உயரப்போக்கிற்கு வெவ்வேறு கோணத்திலிருந்து அதாவது, பொதுப்படையாகக் கூறவேண்டுமானால் சாய்வான நிலையிலிருந்து படிப்படியாக மாறி கடைசியில், படர்க்கை அல்லது செங்குத்தான ஸெல்லுறைக்கு நேர்கோணத்தில் அமைந்திருக்கக்கூடிய நிலையை அடைகின்றன. மேலும், எப்படி வெஸல்கள் பல நுனி உறைத் திறவுகளைப் பெற்றிருந்த நிலையியிலிருந்து, படிப்படியாக மாறி, இறுதியில், எளிய திறவுற்ற (simple perforation) நிலையை அடைந் திருக்கின்றதோ அதுபோன்ற நிலைக்கொப்பாக சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களிலும் கூட்டுச் சல்லடைத் தட்டுகளைப் (compound sieve plate) பெற்றிருந்த பிற்பட்ட நிலை படிப்படியாக மாறி, கடைசியில் எளிய சல்லடைத் தட்டு தோன்றியிருக்கின்றது. மேற்கூறப் பட்ட வகைகளில், இந்த இருவகை திசுக் கூட்டுகளுக்குமிடையே அதிசயிக்கத் தக்க அளவிற்கு விசித்திரமான பல பரிணும மாற்றங் களின் மூலம் ஒற்றுமைகள் காணப்படுகின்றன. ஆனால், வெஸல் களின் நீளத்தைப் பொருத்து ஏற்பட்ட பரிணும மாற்றங்களை சல்லடை மூலக்கூறுகளிலோ அல்லது சல்லடைக் குழாய் ஸெல் களிலோ ஏற்பட்டிருக்குமென்று கூறிவிடமுடியாது. ஏனென்றால், இந்த திசுக்கள், வாஸ்குலார் கேம்பியத்திலிருந்து உண்டான பிறகு மேற்கொண்டு பல வகையான வளர்ச்சி மாற்றங்கள் அடைவ தினால் குறிப்பாக அவைகளில் அடிக்கடி ஸெல் பிரிதல்கள் ஏற்படுவ தினால் அவைகளினுடைய முந்திய நீள அளவு, குறைவுறுகின்ற நிலை ஏற்படுகின்றது.

ஸெல்லுறை அமைப்பு (Cell wall structure): பொதுவாக ஸெல்லுறைகள் ஸெல்லுலோஸ் எனும் பொருளினால் ஆக்கப்பட்ட தாகும். இந்த ஸெல்லுறைகளில் எந்தக் காலத்தும் லிக்னின் (lignin) என்ற பொருள் கலந்து இருக்கின்றதென்று கூறுவதற்கு எந்த விதமான சான்றும் இதுவரை கிடைக்கப் பெறவில்லை. இருந்தபோதிலும், ஸெல்லுறைகளின் தடிப்புத் தன்மை வெவ் வேறு அளவில் மாறுபடுகின்றது. அநேகமாக, எல்லா சிற்றினங் களிலும் பக்க ஸெல்லுறைகளையடுத்து உட்புறமாக நேக்ரே

(nacre) எனும் ஒருவித பிரகாசமான அல்லது முத்துப் போன்ற வெண்மை நிறமுடைய தடிப்பு உண்டாகிறது. நேக்ரே எனும் தடிப்புற்ற ஸெல்லுறை பாகம் ஸெல்லுலோஸ், பெக்டின் எனும் இருவகைப் பொருள்கள் ஏற்பட்டிருப்பதாகத் தெரிகின்றது. இந்த நேக்ரே, சில வேளைகளில், ஸெல்லுறையை முழுவதும் அடைத்து விடக்கூடிய அளவிற்கு தடிப்புறுவதுமுண்டு. இந்த நேக்ரே என்ற தடிப்பு, சாதாரணமாக கூடுதலாக காணப்பட்டபோதிலும், சல்லடை மூலக்கூறுகளின் ஸெல்கள் பிரைமரி ஸெல்லுறைகளைப் பெற்றிருப்பதாகவே கருதப்பட வேண்டும்.

புரோட்டோபிளாஸ்ட் (Protoplast): சல்லடை மூலக்கூறுகளிலுள்ள ஸெல்கள் செயலாற்றுகின்ற நிலையைக் குறித்து சரிவரப் புரிந்துகொள்ளுமுன் அவைகளின் ஸெல்லடக்கப் பொருள்களைக் குறித்து அறிந்துகொள்வது மிகவும் அவசியமாகின்றது. இந்த ஸெல்களின் புரோட்டோபிளாஸ்ட் ஒரு தனிப்பட்ட வகையானதும், சில சிறப்பான இயல்புகளைப் பெற்றிருக்கக் கூடியதுமானதாகும். ஏனென்றால், ஒரு ஸெல் முதிர்ச்சியடைந்து, செயல்படுவதற்கு வேண்டிய பக்குவத்தை அடைந்த நிலையில், இது நூக்ளியஸை இழந்து விடுகின்றது. நூக்ளியஸ் இழத்தல் என்பது வளர்ச்சி மாற்றங்களேற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்பொழுது, ஏற்படுகின்ற ஒரு குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்ச்சியாகும் (படம் 12.6). ஆக்குத்திசுக்களிலிருந்து உண்டான ஆரம்ப காலத்தில், இந்த ஸெல்களில் சாற்றுக்குழிகளும் (vacuoles), புரோட்டோபிளாஸமும், நூக்ளியஸும் காணப்படுகின்றன. ஆனல், முன் கூறியபடி வளர்ச்சி மாற்றங்களின் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் நூக்ளியஸ் மறைகின்றது.

இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில், சல்லடை மூலக்கூறு ஸெல்கள் வழவழப்பான ஒரு வகை புரதப்பொருளை வெவ்வேறு அளவில் பெற்றிருக்கின்றன. இந்தப் பொருளுக்கு ஸ்லைம் (slime) என்று பெயர். ஸெல்கள் முதிர்ச்சியடைந்த நிலையில் இது சாற்றுக் குழிகளில் உள்ள சாற்றில் பரவிக் காணப்படுகின்றது. ஸெல்களை ஆராய்ச்சிக்காக வெட்டியெடுக்கும்பொழுது, இந்தப் பொருள்கள் சல்லடைப் பரப்புகளின் சல்லடைத் தட்டுகளின் பக்கமாக தள்ளப்பட்டு அங்கு சென்று ஒன்று சேருவதினலும், இதனல் ஒரு வித செயற்கை அமைப்பு வெளிப்படுவதினலும், இந்த ஸெல்களைக் குறித்து சரிவர புரிந்துகொள்ள முடியாததொரு சிக்கலான நிலை ஏற்படுகின்றது. மேலும், புரோட்டோபிளாஸமும் அதிர்ச்சி ஏற்படும்பொழுது இயற்கை அமைப்பிற்கு மாறுன மாற்றங்களை எளிதில் அடைகின்றது. ஸ்லைம் ஒன்று சேர்ந்து சல்லடைத் தட்டு அல்லது பரப்பில் காணப்படுகின்ற நிலையில் அது ஸ்லைம் அடைப்பு (slime plug) என்ற பெயரில் அழைக்கப்படுகின்றது. மேலும், ஒரு

ஸெல்லில் ஸ்லேம் அடைப்பு ஏற்பட்டிருந்தால் அப்பொழுது அந்த ஸெல்லிற்கு ஏதாவது ஒரு காயமோ, அதிர்ச்சியோ அல்லது பாதிக்கக்கூடிய நிலேகளோ ஏற்பட்டிருப்பதாக ஊகித்தறியலாம். இந்த ஸ்லேம் அடைப்பு முதலாவதாக ஸெல்களின் வெட்டப்பட்ட பாகத்திலிருந்து வெளிப்படுகின்ற சாற்றை நிறுத்தி விடுவதாக தோன்றுகின்றது. இதன் பிறகு காலோஸ் உண்டாகி, உணவு போக்குவரத்து தடுக்கப்படுவதாகக் கருதப்படுகின்றது. ஸ்லேம் அடைப்பு ஏற்பட்ட பிறகு ஸெல்களேக் கவனித்தால், இந்த அடைப்பு சாதாரணமாக ஒரு வித வடிவத்துடனிருப்பதைப் பார்க்கலாம். அதாவது, இந்த அடைப்புகள் ஏற்கனவே கூறியபடி சல்லடைத் தட்டுகளே நோக்கி உண்டாவதினுல், இவைகள் புனல் போன்ற வடிவத்துடன் சல்லடைத் தட்டுகளுக்கு எதிர் எதிராக அமைந்திருப்பதை வைத்துக்கொண்டு ஸ்லேம் அடைப்புகளே எளிதில் அறிந்துகொள்ள முடியும் (படம் 12.17).

ஸ்லேம் என்ற பொருள் முதன் முதலாக பல நுண்ணிய அமைப்புகளாக (fine bodies) ஸைட்டோபிளாஸத்தில் தோன்றுகின்றன (படங்கள் 12.2;12.7). இவைகள் பார்ப்பதற்கு பலவகையான உருவங்களேப் பெற்றிருக்கக்கூடும். உருண்டையாகவும் (படங்கள் 12.2;12.7), கதிர்கோல் வடிவங்களுடன் முறுக்குற்றும், சுருள் போன்றும் காணக்கூடும். இவைகள் தனித்தோ அல்லது சிறு சிறு கூட்டங்களாகவோ பரவி இருக்கின்றன. ஸெல்களில் வளர்ச்சி மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்பொழுது ஸ்லேம் அமைப்புகள் அவைகளின் முந்திய நிலேயில் காணப்படுகின்ற திட்ட வட்டமான வடிவங்கள் படிப்படியாக இழக்கப்பட்டு, சீர்கெட்டு இறுதியில் திடத்தன்மையிலிருந்து மாறி திரவத்தன்மையை அடைந்து அவைகளெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து இரண்டறக் கலந்து விடுகின்றன. இம் மாற்றங்களேயடுத்து கடைசியில் சாற்றுக்குழிகளின் சாற்றில் இவை பரவி விடுகின்றன. இந்த, பரவலுற்ற நிலேமை எலக்ட்ரான் மைக்ரோஸ்கோப்பினுல் ஆராயப்பட்டபொழுது, அவைகள் நார்போன்ற உள்ளமைப்பைப் பெற்றிருப்பதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன.

அநேக மர இனங்களில், சல்லடைக் குழாய் புரோட்டோபிளாஸ்ட் தளர்ந்த தன்மையைப் பெற்றிருப்பதாகக் கூறப்படுகின்றது. ஆனுல், ஒரு விதையிலேத் தாவர இனங்களிலும், ஜிம்னேஸ்பர்ம்களிலும், கடைநிலேத் தாவரங்களிலும் (lower plants), ஸ்லேம் மிகவும் குறைந்த அளவில் உண்டாகியிருக்கின்றது. மேலும், புரோட்டோபிளாஸத்தில் வண்ணக்கனிகங்கள் (plastids) காணப்படுகின்றன.

**வளர்ச்சி மாற்றங்கள்** (**Developmental changes**): சல்லடை மூலக்கூறுகளின் செல்களின் வளர்ச்சி முறை எவ்வளவு விசித்திர மானதாகவும் வியக்கத்தக்க அளவிற்கும் இருக்கின்றதோ அந்த அளவிற்கு அவைகளின் வளர்ச்சியின்பொழுது ஏற்படுகின்ற மாற்றங்களும், நிகழ்ச்சிகளும், உள்ளடக்கப் பொருள்களும் காணப் படுகின்றன என்பதை எண்ணும்பொழுது ஃபுளோயம் ஒரு தனிப்பட்ட விசித்திரமான திசு என்று கூறுவது மிகையாகாது. சல்லடை மூலக்கூறின் செல்கள் வளர்ந்து கொண்டிருக்கும் பொழுது ஏற்படுகின்ற நூக்ளியஸின் சிதைவும், மறைவும் புரோட்டோபிளாஸத்தின் இயற்கையான இயல்பில் ஒரு பெரிய மாற்றத்தை விளைவிக்கின்றது என்று அறிய வேண்டும். மேலும், இன்னோரன்ன பல வகையான மாறுதல்கள் ஏற்படுவதாகவும் எலக்ட்ரான் மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் தெரிகின்றது. மேலும், இளம் செல்களில் சாற்றுக்குழிகளைச் சூழ்ந்து காணப்படுகின்ற சாற்றுக்குழிஉறை (tonoplast), செல்கள் முதிர்ச்சியடைந்த பிறகு மறைந்து, அதனால், சாற்றுக்குழிகளுக்கும், பக்கவாட்டிலமைந் திருக்கும் சைட்டோபிளாஸத்திற்கும் உள்ள வரையறை அற்றுப் போய் சாற்றுக்குழிகள் என்று பிரித்து அறியக்கூடிய அளவிற்கு உள்ள அமைப்புகள் மறைந்துபடுகின்றன.

எலக்ட்ரான் மைக்ரோஸ்கோப் உதவியைக் கொண்டு, செல் களில் உண்டாகின்ற வளர்ச்சி மாற்றங்களைக் குறித்து ஆராயும் பொழுது, பலவகை வியக்கத்தக்க உண்மைகள் தெரிய வருகின்றன. உதாரணமாக, ஒரு நூக்ளியஸைப் பெற்றிருக்கின்ற செல்லில், எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை (endoplasmic reticulum) நுண்ணிய பைகள் போன்று (sac-like) காணப்படுகின்றன. இதற்கு அடுத்த மேற்பட்ட ஒரு நிலையில், இது சிதறுற்று குமிழிகள் போன்ற (vesicles) உருவ மாறுதல்களை அடைகின்றன. மித்தோக் காண்டிரியாவின் (mitochondria) உட்புற மெம்பரேன்கள் மறைந்து விடுகின்றன. டிக்டியோஸோம்களும் (dictyosomes) அறவே மறைந்து விடுகின்றன. இந்த மாற்றங்களுக்குப் பிறகு கடைசியாக சைட்டோபிளாஸமும், எக்டோபிளாஸ்ட், எண்டோ பிளாஸ்மிக் வலைக் குமிழிகளும் ஒன்று சேர்ந்து செல்லுறையை ஒட்டி ஒரு அடுக்காக காணப்படுகின்றன. சில வேளைகளில், இந்த செல்லுறை ஒட்டிய அடுக்கில் மாற்றமடைந்த மித்தோகாண்ட்ரி யாவும் வண்ணக்கனிகங்களும் அடங்கியிருப்பதுமுண்டு. இந்த நிலையில், சிதறுற்ற சைட்டோபிளாஸ்மிக் பொருள்களும், குறிப் பாக ஸ்லேமும் (இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில்) சாற்றுக்குழி சாறும் கலந்த கலவை செல்களின் மத்தியில் நிரம்பியிருக்கின்றது. இந்த வகை மாற்றங்கள் சல்லடைத் திசுக் கூட்டுகளின் செல்களில் அவைகள் பக்குவமடைவதற்கு முன்பு ஏற்படுகின்ற மாற்றங்களாக

இருந்தாலும், டிரக்கியரி மூலக்கூறுகளின் வெஸல்கள் பக்குவமடை வதற்கு முன்பு ஏற்படுகின்ற புரோட்டோபிளாஸம் நீக்கப்படுதல் போன்ற மாற்றங்களை ஏறக்குறைய ஓரளவிற்கு ஒத்திருக்கின்றது என்பது குறிப்பிடத் தக்கதொரு உண்மையாகும்.

செயல்கள் (Functions): சல்லடை மூலக்கூறுகள் செயலாற்றுந் திறமை, முறை இவைகளை நிறைவேற்ற வேண்டிய அளவிற்கு காணப்படுகின்ற ஸெல்களின் இயல்புகள் மிகவும் சிக்கலானதாக இருக்கின்றன. அவைகளைக் குறித்து உலவி வருகின்ற கருத்து வேறுபாடுகளை ஓரளவிற்கு அறிந்துகொள்ள வேண்டிய நிலை அவசியமாகின்றது. வளர்ந்தும் பக்குவமடைந்து கொண்டும் வரும் சல்லடை மூலக்கூறுகளின் ஸெல்களில் மேலே விவரித்தபடி சிதை மாற்றங்கள் ஏற்பட்ட நிலையில் எவ்வாறு அவைகள் செயலாற்று கின்றன என்பதைக் குறித்து கருத்து வேறுபாடுகளிலிருந்து வருகின்றன. உணவுப் பொருள்கள் மூலக்கூறு (molecule) நிலையில் நீரின் உதவியில்லாமல் தனித்து செலுத்தப்படுகின்றன என்ற கோட்பாட்டைக் கடைப்பிடிப்போரின் அபிப்பிராயப்படி, ஒவ் வொரு பக்குவமடைந்த சல்லடை மூலக்கூறு ஸெல்லிலும் புரோட்டோபிளாஸ்ட் இருந்து, பொருள்களை செலுத்த வேண்டிய அளவிற்கு சக்தியைக் கொடுக்கின்றது என்று கருதப்படுகின்றது. அதே சமயத்தில், மாஸ் அல்லது அமுக்க-ஓட்டம் (mass or pressure flow hypothesis) கொள்கையைக் கடைப்பிடிப்போரின் கருத்துப்படி, புரோட்டோபிளாஸ்டின் இயற்கையான நிலை கெடுவ தினால் (denatured) உணவுப் பொருள்கள் தடங்கலில்லாமல் செல் வதற்கு வேண்டிய வழி ஏற்படுகின்றது என்றும் அதன் விளைவாக உயிர்ப்பற்ற அசைவின் மூலமும் (passive movement) அடர்த்தி வாட்டத்தினாலும் (concentration gradient) உணவுப் பொருள்கள் செலுத்தப்படுகின்றன என்பதுமாகும். இவ்வகை, செலுத்தலுக்கு வேண்டிய சக்தி அடுத்திருக்கும் உயிருற்ற துணை ஸெல்களினால் (companion cells) அளிக்கப்படுகின்றது என்று நம்பப்படுகின்றது. இந்த இருவகை கொள்கைகளின்படி சீர்தூக்கிப் பார்த்தால், சல்லடை மூலக்கூறுகளில் ஏற்படுகின்ற மாற்றங்கள் இந்த இரு வகை கோட்பாடுகளையும் விளக்குவதற்கு வேண்டிய அளவிற்கு சாதகமாக அமைந்திருக்கின்றன. மூலக்கூறுகளில் பலவகையான வளர்ச்சி மாற்றங்களேற்படுவது எல்லோராலும் ஏகமனதாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட உண்மையாகும். ஆனால், இந்த மாற்றங் கள் எந்தெந்த வகையில் ஸெல்கள் செயலாற்றுவதற்கு உண்மையில் பயன்படுகின்றன என்பது சமீபகாலம் வரை சரிவரத் தெளிவு படுத்தப்படாதப் புதிராகவே இருந்து வந்தது. உணவுப் பொருள் கள் செலுத்தப்படுகின்ற முறையைக் குறித்தும், ஃபுளோயத்தில் எந்த ஒரு குறிப்பிட்டத் திசு இந்தச் செயலில் ஈடுபடுகின்றது

என்பதைக் குறித்தும் அறிய இன்று வரையில் பலவகையான முயற்சிகளும் சிக்கலான பல முறைகளும் கையாளப்பட்டிருக்கின்றன. ஆனால், சமீபகாலத்தில் அஃபீட்களைப் (aphids) பயன்படுத்தி சில விசித்திரமான வியக்கத்தக்க உண்மைகள் எடுத்துக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. இது ஒரு புரட்சிகரமான புதிய முடிவு என்று கருதப்படுவதோடல்லாமல், இதன் மூலமாக செலுத்துதல் செயலைப் பொருத்தமட்டில் சல்லடை மூலக்கூறுகள்தான் உணவுப் பொருள்களைச் செலுத்துகின்றன என்ற உண்மை ஆணித்தரமாக நிலைநாட்டப்பட்டிருக்கின்றது. இந்த வழியில் செய்யப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளினாலும், இது சம்பந்தப்பட்ட வேறு வகையான ஆராய்ச்சிகளினாலும், சல்லடை மூலக்கூறு, சல்லடை மூலக்கூறுகளின் அடக்கப் பொருள்கள் ஏறக்குறைய 30 வெளி மண்டலங்கள் (atmospheres) அமுக்கத்திலிருப்பதாகவும், செலுத்தப்படுகின்ற சர்க்கரைப் பொருளில் சுக்ரோஸ் (sucrose) வகை முக்கிய பொருளாக இருக்கின்றது என்றும், இதனுடைய அடர்த்தி வாட்டம் (concentration gradient) 20 சதவிகிதத்திற்கு மேம்பட்டிருக்கலாம் என்றும், சர்க்கரைப் பொருள்களின் சலனம் அனேகமாக ஒரு மணிக்கு 100 செ.மீ. ஏற்படுகின்றது என்றும், சல்லடை மூலக்கூறு செல்களின் செயலாற்றும் திறமை இவைகளுடன் சம்பந்தப்பட்ட உயிருற்றப் பாரங்கைமா, துணை செல்களைப் பொருத்திருக்கின்றதென்றும் தெரிய வருகின்றன.

**துணை செல்கள் (Companion cells):** துணை செல்கள் தனக்கே உரிய சில சிறப்பியல்புகளையும் உன்னத நிலையையும் பெற்றுள்ள பாரங்கைமா செல்களாகும். இவ்வகை செல்கள் இரு விதையிலை, ஓர் விதையிலைத் தாவரங்களின் சல்லடைக்குழாய் செல்களுடன் எப்பொழுதும் இணைந்திருப்பதோடல்லாமல், அவைகளுக்கு சில வழிகளில் துணையாக இருந்து உதவி செய்யக்கூடியதாகவும் அமைந்திருக்கின்ற காரணத்தினால், இந்தப் பாரங்கைமா செல்களைத் துணை செல்கள் என்று கூறுவது முற்றிலும் பொருந்தும். இந்த துணை செல்கள் ஜிம்னோஸ்பர்ம்களிலும், கடைநிலைத் தாவரங்களிலும் காணப்படுவதில்லை. இந்தத் துணை செல்களின் தோற்ற வரலாற்றைக் குறித்து பார்க்கும்பொழுது, இவைகளும், சல்லடைக் குழாய்கள் போன்று புரோக்கேம்பியத்திலிருந்தும் (மெட்டா ஃபுளோயமாக இருந்தால்), கேம்பியத்திலிருந்தும் (செகண்டரி ஃபுளோயமாக இருந்தால்) உண்டாகின்றன. துணை செல்கள் சல்லடைக்குழாய் செல்களின் ஆக்குத்திசு முன்னோடிகளில் (meristematic precursors) ஒரு தடவை அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தடவைகளில் உயரப்போக்கில்

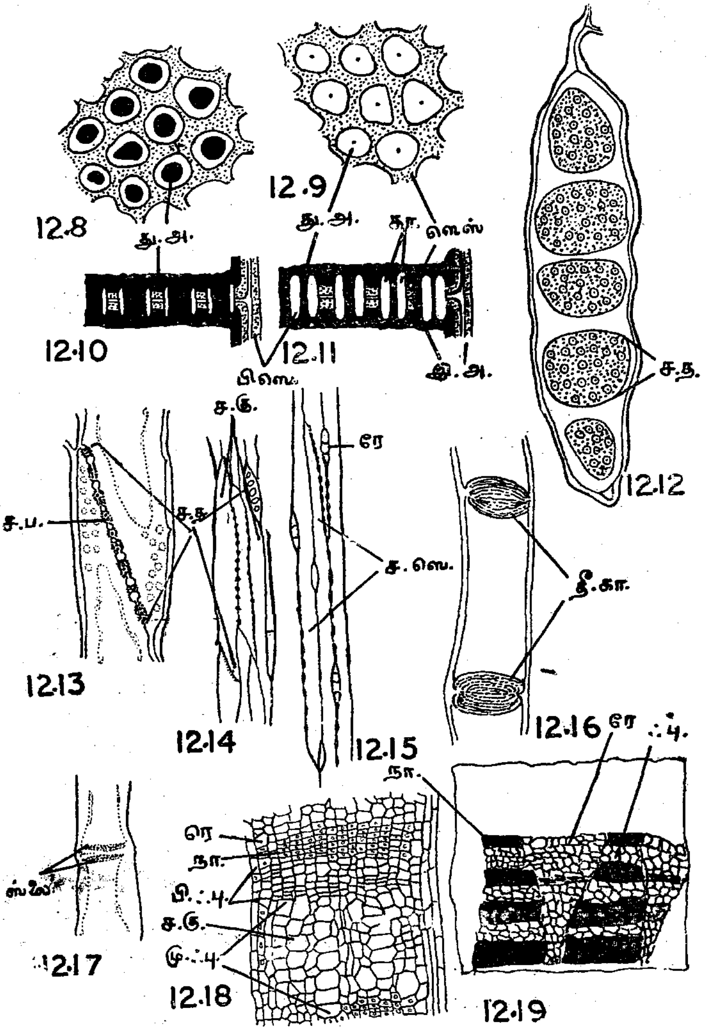
ஸெல்பிரிதல்களேற்படுவதினால் துணை ஸெல்கள் உண்டாகின்றன. இந்த வகையில் புதிதாக உண்டாக்கப்பட்ட தோன்றல்களில் (derivatives), பெரியதாக இருக்கின்ற ஒரு தோன்றல், வளர்ச்சி மாற்றங்கள் அடைந்து, கடைசியில் சல்லடைக் குழாய் ஸெல்லாகத் தோன்றுகின்றது. அதே சமயத்தில் தோன்றிய, சிறிய தோன்றல் குறுக்கில் பல தடவைகள் பிரிவுற்றும், அல்லது எவ்வித பிரிதல்கள் இல்லாமலும் வளர்ச்சி, மாற்றங்களை அடைந்து, கடைசியில் துணை ஸெல்களாக மாறுகின்றன. இந்தத் துணை ஸெல்கள் ஒவ்வொரு சல்லடைக் குழாய் ஸெல்லுக்கும் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் இருப்பதோடல்லாமல் அவைகள் பன்மையிலிருக்கும் பொழுது ஒன்றுக்கு மேல் ஒன்றாக அடுக்கப்பட்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படங்கள் 12.6;12.7). துணை ஸெல்களின் எண்ணிக்கை ஒரே செடியிலுள்ள எல்லா சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களைப் பொருத்து வேறுபடுவதோடல்லாமல், வெவ்வேறு இனங்களில் வெவ்வேறு எண்ணிக்கையில் அமைந்து இருக்கின்றது. ஆதலால், துணை ஸெல்களின் எண்ணிக்கை ஒரு நிரந்தரமான இயல்பாக இருக்கின்றது என்று கூறிவிட முடியாது. துணை ஸெல்களின் அளவைப் பொருத்தும் அவைகள் ஒரு நிரந்தர அளவைப் பெற்றிருப்பதில்லை. சில வேளைகளில், அவைகள், சல்லடைக் குழாய் ஸெல்கள் எவ்வளவு நீளமாக இருக்கின்றனவோ அதே அளவைப் பெற்றும், வேறு சில சமயங்களில், அவை வளர்ச்சியின் போது (குறுக்கில் ஸெல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்டிருக்குமானால்) சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களைவிடக் குட்டையாகவுமிருக்கின்றன (படங்கள் 12.6;12.7). துணை ஸெல்கள் சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட பக்கத்தில் தான் எப்பொழுதும் அமைந்திருக்கும் என்று கூறிவிட முடியாது. ஏனென்றால், சில இனங்களின் சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களில் வெவ்வேறு பக்கங்களிலும் இவை அமைந்து, சூழ்ந்திருக்கவும் கூடும். எப்படியிருந்தபோதிலும், இந்தத் துணை ஸெல்களின் தோற்றம், செயலாற்றுந்தன்மை, உருவ அமைப்பு, சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களுடனிருக்கின்ற அமைவு முறை, முதலியவற்றின் அடிப்படையில் கவனித்தால், இவைகளிரண்டும் இரட்டைப் பிறவிகள் என்று கருதப்படலாம் என்பது மாத்திரமல்லாமல், இவைகள் இரண்டிற்குமிடையே மேற்சொன்ன வகைகளில் ஒருவித உறவுமிருக்கின்றது என்பது ஒரு விசித்திரமான உண்மையாகும். தோற்றத்தின் அடிப்படையில் ஒரே மூலத்திலிருந்து உண்டானாலும், பிறகு ஏற்படுகின்ற வளர்ச்சி மாற்றங்களின் மூலம் வேறுபடுகின்றன.

துணை ஸெல்களுக்கும் சல்லடை மூலக்கூறு ஸெல்களுக்கும் இடைப்பட்ட ஸெல்லுறைகள் மெல்லியதாகவும் பிரைமரிக்

குழிகளைப் பெற்றுமிருக்கும். எலக்ட்ரான் மைக்ரோஸ்கோப்பினுதவியைக் கொண்டு இந்த செல்லுறைகளை ஆராய்ந்தால் அவற்றில் பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டா இருப்பது தெரிய வருகின்றது.

மேற்கூறியபடி, சல்லடைக் குழாய்களுக்கும் துணை செல்களுக்கும் நெருங்கிய உறவும் சம்பந்தமுமிருந்தபோதிலும், ஒரு குறிப்பிட்ட இயல்பைப் பொருத்து இவைகளிரண்டும் வேறுபடுகின்றன. முதிர்ச்சியடைந்த சல்லடைக் குழாய் செல்கள் நூக்ளியஸை இழந்து விடுவதாக அறிந்தோம். ஆனால், துணை செல்கள் உயிருள்ளவரை எந்த நிலையிலும் அவைகளின் நூக்ளியஸ்கள் அழியாமல் நிலைத்து நிற்கின்றன. ஆனால், உள்ளமைப்பில் அவைகளுக்குள் பல ஒற்றுமைகளைக் காணலாம். உதாரணமாக, சாற்றுக்குழிகளையும், மித்தோக்காண்டிரியாக்களையும், எண்டோபிளாஸ்மிக் வலைகளையும், லூக்கோபிளாஸ்ட்களையும் (leucoplasts), பசுங்கனிகங்களையும் பெற்றிருப்பதில் ஒற்றுமை காணப்படுகின்றது. மேலும், சல்லடைக் குழாய் செல்களும் அவற்றுடன் இணைந்திருக்கும் துணை செல்களும் பிறப்பில் ஒத்திருப்பதுபோல் இறப்பிலும் ஒத்திருக்கின்றன. வேறு வகையில் கூறப்போனால், ஒரு பருவகாலத்தில் உண்டான சல்லடைக் குழாய் செல்கள் செயலாற்றிய பிறகு இறந்துபடும் பொழுது, அவற்றுடன் இணைந்திருகின்ற துணை செல்களும் கூடவே இறந்து விடுகின்றன.

துணை செல்களைப் பெற்றிருப்பது ஒரு சிறப்பான இயல்பாக, ஒரு விதையிலை, இரு விதையிலைத் தாவர இனங்கள் கொண்டிருக்கையில், ஜிம்னோஸ்பர்ம்களும், கடைநிலையிலுள்ள தாவர இனங்களும் சல்லடை செல்களுடன் துணை செல்களைக் கொண்டிராமல் அவைகளுக்குப் பதிலாக, வேறுவகையானதொரு பாரங்கைமா செல்லைக் கொண்டு, அவற்றுடன் தொடர்புற்று காணப்படுகின்றன. இந்த செல்களுக்கு ஆல்புமினஸ் செல்கள் (albuminous cells) என்ற பெயர் இடப்பட்டிருக்கின்றது. இவை அதிக அளவில் சாயத்தை (stain) எடுத்துக் கொள்வதிலிருந்து புரதப் பொருள்களைப் (proteins) பெற்றிருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகின்றது. இதுவே இந்தப் பெயர் வந்ததற்குக் காரணமாகும். இந்த ஆல்புமினஸ் செல்களை நோக்கி அடுத்திருக்கும் சல்லடை செல்களின் பக்க செல்லுறைகள் தெளிவாகத் தெரியக்கூடிய அளவிற்கு சல்லடைப் பகுதிகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. சல்லடை செல்களுக்கும் ஆல்புமினஸ் செல்களுக்கும் இடையே உள்ள உறவு சல்லடைக் குழாய்களுக்கும், துணை செல்களுக்கும் இருக்கின்றதற்கு மாறாக ஏற்பட்டிருக்கின்றது. அதாவது, ஆல்பு




படங்கள் 12.8 12.11. ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம் (Angiosperm) சல்லடைக் குழாயின் சல்லடைப் பரப்பின் அமைப்பு விளக்கம். ஒவ்வொரு படமும் ஒருசில துளைகளைப் பெற்றுள்ள சல்லடைப் பரப்பைக் குறிக்கின்றது. 12.8—12.9 பரப்புத் தோற்றங்களையும், 12.10 & 12.11 அவைகளின் வெட்டுத் தோற்றங்களையும் முறையே குறிக்கின்றன.

படம் 12.12. நிக்கோத்தியானு (Nicotiana) கூட்டு சல்லடைத் தட்டின் பரப்புத் தோற்றம் (X 713).

படம் 12.13 வித்திஸ் (Vitis) சல்லடைக் குழாயின் நீள்போக்கு வெட்டு.

படம் 12.14 வித்திஸ் (Vitis) ஸெகண்டரி ஃபுளோயத்தின் பரிதிக்கு இணைப் போக்குத் தோற்றம் (X 66).
படம் 12.15 கோனிஃபர் ஸெகண்டரி ஃபுளோயத்தின் பரிதிக்கு இணைப் போக்குத் தோற்றம்.
படம் 12.16 குக்குர்பித்தா (Cucurbita) சல்லடைக் குழாயின் தீர்மானிக்கின்ற காலோஸ் (X 166).
படம் 12.17 ஸ்லேம் அடைப்பின் பொதுப்படையான நிலை.
படம் 12.18 வித்திஸ் வினிஃபரா (Vitis vinifera) ஸெகண்டரி ஃபுளோயத்தின் குறுக்கு வெட்டு (X 66). விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.
படம் 12.19 வித்திஸ் வினிஃபரா (Vitis vinifera) ஸெகண்டரி ஃபுளோயத்தின் குறுக்கு வெட்டு. ஸெகண்டரி ஃபுளோயம் நார்த் திசுவுடன் அடுத்தடுத்து மாறி அமைந்திருக்கின்ற முறையையும், ரே பரிதியை நோக்கி விரிகின்ற நிலையையும் காணவும்.

து.அ. துளையின் அடக்கப் பொருள்; கா. காலோஸ்; பி.ஸெ. பிரைமரி ஸெல்லுறை; இ.அ. நடு அடுக்கு; ஸெ.ஸ். ஸெல்லுலோஸ்; ச.த. சல்லடைத் தட்டு; ச.ப. சல்லடைப் பரப்பு; ச.கு. சல்லடைக் குழாய்; ச.ஸெ. சல்லடை ஸெல்; ரே. ரே. திசு; தீ.கா. தீர்மானிக்கின்ற காலோஸ்; ஸ்லே. ஸ்லேம் அடைப்பு; நா. நார்த்திசு; பிஃபு. பிற்பட்ட ஃபுளோயம்; முஃபு. முற்பட்ட புளோயம்.

மினஸ் ஸெல்களும், சல்லடை ஸெல்களும் ஒரு தாய் ஸெல்லி லிருந்து உண்டாவதில்லை. ஆனால், சல்லடை ஸெல்கள் செயலற்று போன பிறகு சிதைவுற்று இறக்கும்பொழுது அவைகளுடனேயே ஆல்புமினஸ் ஸெல்களும் இறந்துபடுகின்றன. ஆதலால், இவைகளுக்கிடையே, பிறப்பினால் வேற்றுமையையும் இறப்பினால் ஒற்றுமையையும் காணப்படுகின்றன.

**பாரங்கைமா ஸெல்கள் (Parenchyma cells):** ஒரு ஃபுளோயம் திசுவில், மேலே கூறப்பட்ட இருவகையான பாரங்கைமா ஸெல்கள் மட்டுமல்லாமல் வேறு சில வகையான பாரங்கைமா ஸெல்களும் இருக்கின்றன. இவைகள் சாதாரண பாரங்கைமா ஸெல்கள் போன்று உயிருற்றும், தரசம், கொழுப்பு, எண்ணெய்ப் பொருள்கள், டேன்னின், உணவுப் பொருள்கள், ரெஸின்கள் முதலிய பொருள்களைச் சேமிக்கப்படுகின்ற வேளைகளில் சேமித்தும், வேறு பலவகையான செயல்களையும் செய்து வருகின்றன. சில இனங்களில், இந்த பாரங்கைமா ஸெல்கள் சல்லடை மூலக்கூறு ஸெல்களைத் தோற்றுவிக்கின்ற அதே ஆக்குத்திசுவிலிருந்து, துணை ஸெல்கள் உண்டாவதற்கு முன்பு தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இந்த வகையில், அதாவது பிறப்பை ஒத்த வகையில், இவைகளிரண்டு வகைகளுக்கும் ஏற்பட்டிருக்கின்ற நெருங்கிய உறவு, சல்லடைக் குழாய்களுக்கும் துணை ஸெல்களுக்கும் இடையே இருக்கின்ற அளவுக்கு காணப்படுகின்றது. சல்லடைக் குழாய்கள் செயலற்று இறந்துபடுங்காலத்து இந்த, பிறப்பினலொத்த பாரங்கைமா ஸெல்களும் இறந்துபடுகின்றன. ஒரு பக்கத்தில் துணை ஸெல்கள், மற்றொரு பக்கத்தில் பிறப்பினால் உறவுற்ற பாரங்கைமா ஸெல்கள்,

இவைகளிரண்டையும் சல்லடைக்குழாய் செல்களுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது, இவைகளிரண்டையும் எளிதில் பிரித்தறிய முடியாத, சிக்கலான நிலை ஏற்பட்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம். பிரைமரி ஃப்புளோயத்திலுள்ள பாரங்கைமா செல்கள், சல்லடை மூலக்கூறு செல்களைப் போன்று உயரப்போக்கில் நீண்டு அமைந்திருக்கின்றன. ஆனால், செகண்டரி ஃப்புளோயத்தைப் பொருத்தமட்டில் இந்தப் பாரங்கைமா இரு வகைகளில் அமைந்திருக்கின்றன. அதாவது, பாரங்கைமா செல்கள் உயரப்போக்கில் அமைந்திருக்கும்பொழுது அவைகள் ஃப்புளோயம் பாரங்கைமா அல்லது உயரப் போக்குப் பாரங்கைமா (phloem or axial parenchyma) என்றும், ரேக்களிலிருக்கின்ற பாரங்கைமா செல்கள் ரேப் பாரங்கைமா (ray parenchyma) என்றும் கூறப்படுகின்றன. உதாரணமாக, இந்த ஃப்புளோயம் பாரங்கைமா செல்கள், ஃப்பூசிஃபாம் தோற்றுவிகள் போன்று உயரப்போக்கில் நீண்டிருக்கும்பொழுது, அவைகள் ஃப்பூசிஃபாம் பாரங்கைமா செல்கள் (fusiform parenchyma cells) என்றும், அவைகளில் குறுக்கில் செல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்டு அதன் விளைவாக தோன்றுகின்ற பாரங்கைமா செல்கள் ஃப்பூசிஃபாம் தோற்றுவிகளைவிடக் குட்டையாக இருக்குமேயானால் அந்த நிலையில் உள்ளவைகள் பாரங்கைமா கற்றை (parenchyma strand) என்றும் கூறப்படுகின்றன. ஆனால், ரேப் பாரங்கைமா செல்கள் படர்க்கையில் அமைந்திருக்கும்பொழுது, படர்க்கை செல்கள் (procumbent cells) என்றும், அவைகள் நேராக அமைந்திருக்கும் பொழுது அவைகள் நேர் செல்கள் (upright cells) என்றும் கூறப் படுகின்றன. சாதாரணமாக, நேர் செல்கள் ரேக்களின் வரம்பில் காணப்படும்.

ஃப்புளோயம் திசு, செயல்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் காலம் வரை எவ்வகையைச் சார்ந்த பாரங்கைமா செல்கள் எவ்வகையைச் சார்ந்ததாக இருந்தாலும், அவைகளின் செல்லுறைகள் லிக்னின் கலப்புறுத பிரைமரி செல்லுறைகளையே கொண்டிருக்கின்றன. சல்லடை மூலக்கூறு செல்கள் செயலற்றுப் போகும்பொழுது, பாரங்கைமா செல்கள் எவ்வித மாறுதல்களும் அடையாமலிருக்கலாம். அல்லது அவைகளின் செல்லுறைகள் லிக்னின் கலப்புற்ற செல்லுறைகளையும் பெறலாம். இந்த ஃப்புளோயம் பாரங்கைமா மேற்கூறிய செயல்களை மட்டுமின்றி மற்றுமொரு செயலையும் செய்கிறது. அனேக இனங்களில் ஃப்புளோயம், ரேப் பாரங்கைமாக்கள் மரத்தில் செகண்டரி அல்லது குறுக்கு வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்பொழுது, ஃப்பெல்லோஜன் (phellogen) என்ற ஆக்குத்திசுவைத் தோற்றுவிப்பதில் பங்கெடுத்துக் கொள்கின்றன. இந்த இருவகைப் பாரங்கைமா செல்களிலும் பிரைமரிக் குழிகள்

காணப்படுகின்றன. மேலும், குழிகளின் மூலம் ஒரு பக்கம் பாரங்கைமா செல்களுக்கும் துணை செல்களுக்கும் இடையேயுறும், மறு பக்கம் பாரங்கைமா செல்களுக்கும் சல்லடை மூலக்கூறு செல்களுக்கு இடையிலும் தொடர்பு ஏற்படுகின்றது.

**நார்த்திசுக்கள் (Fibres):** நார் செல்களின் இயல்புகளைக் குறித்து பொதுப்படையாக முன் அத்தியாயத்தில் தெரிந்து கொண்டோம். இந்த நார்த்திசுக்கள் பிரைமரி, செகண்டரி என்ற இருவகை ஃபுளோயங்களிலும் உண்டாகின்றன. அவை முறையே, பிரைமரி ஃபுளோயம் நார்த்திசுக்கள் என்றும், செகண்டரி ஃபுளோயம் நார்த்திசுக்கள் என்றும் கூறப்படுகின்றன. இவை, தோன்றும் சூழ்நிலைகளையும், தோற்றுவிக்கும் ஆக்குத்திசுக்களைப் பொருத்தும் வேறுபாடடைகின்றன. உதாரணமாக, பிரைமரி ஃபுளோயம் நார்த்திசுக்கள் புரோக்கேம்பியத்திலிருந்தும் அவைகளிருக்கும் உறுப்புக்கள் நீண்டு வளர்ந்து கொண்டிருக்கும்பொழுதும் உண்டாகின்றன. ஆனால், செகண்டரி ஃபுளோயம் நார்த்திசுக்களோ, கேம்பியத்திலுள்ள ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளிலிருந்து, முதிர்ச்சியடைந்தும் நீளப்போக்கு வளர்ச்சி முடிவுற்ற உறுப்புக்களிலும் தோன்றுகின்றன. பிரைமரி ஃபுளோயம் நார்த்திசுக்கள், உறுப்புக்கள் நீண்டு வளரும்போது தோன்றுவதனுல், இவை நுனி நுழைவு வளர்ச்சி (apical intrusive growth) மூலமும், ஒத்த வளர்ச்சி (symplastic growth) மூலமும், பன் மடங்கு நீளுகின்றன. ஆனுல், செகண்டரி ஃபுளோயம் நார்த்திசுக்களில், நுனி நுழைவு வளர்ச்சி மூலம் உயரப்போக்கில் நீள அதிகரிப்பு ஏற்பட்டாலும், அவைகளை பிரைமரி ஃபுளோயம் நார்த்திசுக்களின் நீளத்துடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது, முன்னவை குட்டையாகவே இருக்கின்றன. எந்த வகை ஃபுளோயம் நார்செல்களாக இருந்தாலும், அவைகளின் செல்லுறைகள் செகண்டரி செல்லுறைகளைப் பெற்றும், பக்க உறைகளில் எளியகுழி வகைகளையோ அல்லது சில வேளைகளில் வரையுற்ற குழிவகைகளையோ பெற்று காணப்படும். இந்த நார் செல்கள் சில சமயங்களில் தடுப்புற்ற நார் செல்களாகவும் (septate fibers) இருப்பதுண்டு. சாதாரணமாக, நார் செல்கள் உயிரற்றவைகளாக இருந்தபோதிலும், சில உதாரணங்களில், இவைகள் சைலம் நார் செல்கள் போன்று உயிருற்றவைகளாக இருந்து தரசப்பொருளைச் சேமித்து வைக்கின்றன.

**புரோட்டோஃபுளோயம் (Protophloem):** இது பிரைமரி ஃபுளோயத்திலுள்ளதும், ஃபுளோயம் திசுவின் வளர்ச்சியின் தொடக்கத்தில் முதன் முதலாக உண்டாகின்ற திசுவுமாகும். புரோட்டோ ஃபுளோயம் ஒவ்வொரு இளம் உறுப்பும் விறுவிறுப்பாக நீண்டு

வளர்ந்து கொண்டிருக்கும்பொழுது உண்டாகின்ற திசுவாகும். ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களிலுள்ள புரோட்டோ ஃபுளோயத்திலிருக்கின்ற சல்லடை மூலக்கூறு செல்களில், அவைகளுக்கே உரித்தானதும், சிறப்பானதுமான இயல்புகளாகிய, சாற்றுக்குழிகளைப் பெற்றிருத்தல், நூக்ளியஸை இழந்த புரோட்டோபிளாஸத்தைப் பெற்றிருத்தல், சல்லடைப் பரப்புகளுடன் காணப்படுதல் போன்ற தன்மைகளைக் காணக்கூடும். ஆனால், ஜிம்னோஸ்பர்ம்களில் காணப்படுகின்ற புரோட்டோஃபுளோயத்தில் சல்லடைப் பரப்புகளுண்டாகாத காரணத்தால் அது முன்னோடி ஃபுளோயம் செல்கள் (precursory phloem cells) என்று கூறப்படுகின்றன, புரோட்டோஃபுளோயத்தின் சல்லடைக் கூட்டு செல்களுடன், துணை செல்கள் சாதாரணமாக உண்டாவதில்லை.

புரோட்டோஃபுளோயத்தின் சல்லடைக் குழாய் செல்கள் மிகவும் குறைந்த காலம் வரையில்தான் செயல்படுகின்றன. ஏனென்றால், இவை விறுவிறுப்பாக நீண்டு வளர்ந்து கொண்டு வரும் இளம் உறுப்புகளில் உண்டாவதினாலும், சல்லடைக் குழாய் செல்களைச் சூழ்ந்திருக்கும் வேறுவகையான செல்கள் நீண்டு விடுவதினாலும், இவைகள் எளிதில் இழுக்கப்பட்டும், விரைவில் நசுக்கப்பட்டும், அழிக்கப்பட்டும் விடுகின்றன. இது போன்ற, அழிவு நிலைமை புரோட்டோஸைலத்தின் செல்களுக்கும் ஏற்படுவதாக முன்னரே தெரிந்துகொண்டோம். நசுக்கப்பட்டு, சிதைவடைந்த செல்களின் பாகங்கள் பிறகு மறைந்து விடுகின்றன. இந் நிகழ்ச்சிக்கு சிதைவுறுதல் (obliteration) என்று பெயர். ஏறக்குறைய எல்லா இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் புரோட்டோ ஃபுளோயத்தின் சல்லடைக் குழாய் செல்கள் சிதைவுற்ற பிறகு எஞ்சியிருக்கும் செல்கள் மேற்கொண்டு அடைகின்ற மாற்றங்களின் மூலம் நார் செல்களாக மாறிவிடுகின்றன. இந்த வகையில் ஒவ்வொரு வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளை அடுத்து வெளிப்புறமாக நார்த்திசுக்களடங்கிய பகுதி ஏற்படுகின்றது. இதையே, பெரிஸைக்கிள் (pericycle) என்று பலர் தவறுகக் கூறிவருகின்றனர்கள். ஆனால், உண்மையில் பார்க்கப்போனால், பெரிஸைக்கிள் என்று சாதாரணமாக கூறப்பட்டு வருகின்ற திசு அடுக்கு அதற்கென்று ஒரு தனிப்பட்ட முறையில் எந்த வகையான ஆக்குத்திசுவிலிருந்தும் ஏனைய திசு வகைகளைப் போல நேரடியாக உண்டாகாத காரணத்தினாலும், இதற்கு மாறாக, இது புரோட்டோ ஃபுளோயத்தில் செயலற்று, சிதைவுற்ற சல்லடைக் குழாய்கள் அடைகின்ற மாற்றங்களின் மூலம் மறைமுகமாக உண்டாக்கப்படுவதினாலும், இதை ஒரு தனிப்பட்ட திசு என்று கருதி பெரிஸைக்கிள் என்றழைக்கப்படுவது தவறாகும்.

மெட்டாஃபுளோயம் (Metaphloem): மெட்டாஃபுளோயமும் ஏனைய பிரைமரி ஸைலம், பிரைமரி ஃபுளோயம் திசுக்களைப் போன்று புரோக்கேம்பியத்திலிருந்து உண்டாகின்றது. மெட்டா ஃபுளோயம் கேம்பியத்தினுல் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படாத தாவர இனங்களிலும், உதாரணமாக, ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்கள், இரு விதையிலை குறுஞ்செடிகள் (herbs), கடை நிலையிலுள்ள செடிகளிலெல்லாம் இது கடைசிவரையில் நிலைத்து நின்று உணவுப் பொருளைச் செலுத்தும் செயலைச் செய்து வருகின்றது. ஆனுல், கேம்பியத்தினுல் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுகின்ற இரு விதையிலைத் தாவரங்களில் ஸெகண்டரி ஃபுளோயம் உண்டாகும் வரை இதுவே செலுத்தும் செயலைச் செய்து கொண்டு வருகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு ஸெகண்டரி ஃபுளோயம் உண்டான பிறகு பிரைமரி ஃபுளோயத்திலுள்ள இந்த மெட்டாஃபுளோயம் பாதிக்கப்பட்டு ஓரளவிற்கு நசுக்கப்பட்டும், அல்லது சிதைவுறுகின்றது. மெட்டா ஸைலத்தைப் போன்று ஒரு உறுப்பின் உயரப்போக்கு வளர்ச்சியும் அதில் அடங்கியிருக்கின்ற ஏனையத் திசுக்களின் வளர்ச்சி மாற்றங்களும் முடிவுற்ற பிறகு மெட்டாஃபுளோயம் முதிர்ச்சி அடைகின்றது. இதனுல், இது புரோட்டோஃபுளோயத்தை விட, சிறிது அதிக காலத்திற்கு நிலைத்து நின்று செயல்பட முடிகின்றது. ஆனுல், பெர்ன் மரங்களிலும் (tree ferns), மூங்கில் (Bamboo) இனத்திலும், தென்னை, பனைபோன்ற இனங்களைச் சார்ந்த மரங்களிலும், தொடக்கத்தில் தோன்றிய மெட்டா ஃபுளோயம் அவைகளின் வாழ்நாள் பூராவும் (பல ஆண்டுகளுக்கு) நிலைத்து நின்று செயல் புரிந்து வருகின்றது என்பது வியத்தகு உண்மையாகும். ஏனென்ருல், மேற்கூறியபடி, மற்றத் தாவர இனங்களிலெல்லாம் இந்த மெட்டாஃபுளோயம் அவைகளின் வாழ்நாள் பூராவும் நிலைத்து இருந்திடாமல் ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்குள் நசுக்கப்பட்டு சிதைவு அடைகின்றன. இந்த இருவகையான நிலைகளையும் ஒப்பிட்டு சிந்தித்துப் பார்த்தால், முன் வகைகளிலிருக்கின்ற மெட்டா ஃபுளோயத்தின் இயல்புகள் பின் வகைகளினுடையதிலிருந்தும் முற்றிலும் மாறுபட்டதாக இருக்க வேண்டுமென்று தக்கச் சான்றுகள் இல்லாத நிலையில் ஊகிக்கத் தோன்றுகின்றது. மெட்டா ஃபுளோயம்ஸெல்களை, புரோட்டோ ஃபுளோயம் ஸெல்களுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கையில், இவற்றின் சராசரி நீள அளவுகளிலும் சல்லடைப் பரப்புகளிலும் வேறுபாடுகள் இருப்பதைக் காணலாம். பொதுவாக, மெட்டா ஃபுளோயத்தின் ஸெல்கள் புரோட்டோ ஃபுளோயத்தின் ஸெல்களை விட அதிகமான நீளத்தையும் அகலத்தையும் பெற்றிருப்பதுடன் அவைகளில் உண்டாகியிருக்கின்ற சல்லடைப்பரப்புகள் நன்ருகவும், தெளிவாகவும் காணப்படுகின்றன. ஒரு விதையிலைத் தாவர இனத்

தின் மெட்டா ஃபுளோயத்தில், ஃபுளோயம் பாரங்கைமா பொது வாக உண்டாவதில்லே. ஆனல், சில வேளேகளில், மெட்டா ஃபுளோயத்தைச் சுற்றி வெளிப்புறமாக பாரங்கைமா உண்டாகி யிருக்கலாம். இதற்கு மாருக, இரு விதையிலேத் தாவரங்களில் மெட்டாஃபுளோயத்தில் ஃபுளோயம் பாரங்கைமா, சாதாரண மாக அமைந்திருக்கின்றது. பாரங்கைமா அற்ற மெட்டா ஃபுளோயம், இரு விதையிலேத் தாவரங்களில் குறுஞ்செடி வகை களில் உதாரணமாக ரானன்குலேஸி (Ranunculaceae) போன்ற குடும்பத்தைச் சார்ந்த இனங்களில் காணப்படுவதுண்டு. இரு விதையிலேத் தாவர இனங்களின் மெட்டாஃபுளோயம் பாரங் கைமாவை பெற்றிருந்தாலும், அதில் நார்த்திசுக்கள் உண்டாவ தில்லே. ஒரு விதையிலேத் தாவர இனங்களின் மெட்டாஃபுளோ யத்தை புரோட்டோஃபுளோயத்திலிருந்து பிரித்தறியமுடியும். ஆனல், இரு விதையிலேத் தாவர இனங்களிலோ இது எளிதல்ல.

**செகண்டரி ஃபுளோயத்தின் பொதுவான அல்லது அடிப்படையான அமைப்பு (Basic structure of secondary phloem) :** இரு விதை யிலேத் தாவர இனங்களில் இருக்கின்ற செகண்டரி ஃபுளோயத்தின் செல்களும், திசு வகைகளும், அவைகளின் அடிப்படை அமைப்பு முதலியவைகளும் ஏற்கனவே விவரிக்கப்பட்ட செகண்டரி சைலத்தை ஒத்திருக்கின்றன என்று கூறலாம். இருந்தபோதிலும், இவ்விரு வகையான கூட்டுத் திசுக்களுக்கிடையே அவை அவற்றின் திசுக்களின் அளவைப் பொருத்து ஒரு முக்கிய வேறுபாடு காணப் படுகின்றது. எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட வளர்ச்சி நிலேயிலும் செகண்டரி ஃபுளோயத்திலுள்ள திசு வகைகளின் அளவோடு செகண்டரி சைலத்தின் திசு வகைகளின் அளவை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், பொதுவாக முன்னது பின்னதை விட எப்பொழுதும் குறைவாகவே காணப்படும். மேலும், ஒரு ஆண்டில் அல்லது பருவக்காலத்தில் உண்டான செகண்டரி ஃபுளோயம் அந்த குறிப்பிட்ட காலத்திற்குள் செயல்புரிந்து இறுதியில் செயலற்று பல வித மாற்றங்களே அடைந்தோ அல்லது நசுக்கப்பட்டோ, சிதைவு அடையக்கூடும். பிறகு இதைத் தொடர்ந்து வேருெரு செகண்டரி ஃபுளோயம் அடுத்த பருவக்காலம் அல்லது ஆண்டில் தோன்றி மீண்டும் செலுத்தும் செயல் பாதிக்கப்படாமல், செயலாற்றுகிறது. இவ்வாருக, மாறி மாறிப் புதிய செகண்டரி ஃபுளோயம் உண்டாகிக் கொண்டு வருவது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்ச்சியாகும். இந்த இரு நிலேகளேப் பொருத்தமட்டில் செகண் டரி ஃபுளோயம் செகண்டரி சைலத்தினின்றும் மாறுபடுகிறது. செகண்டரி ஃபுளோயம் குறைந்து காணப்படுவதற்கு இரண்டு காரணங்களேக் கூறலாம். ஒன்று, ஒவ்வொரு பருவக்காலத்தில்

அல்லது ஆண்டில் தோன்றிய ஸெகண்டரி ஃபுளோயம் நிலையாக அல்லது நிரந்தரமாக இல்லாமல் அழிக்கப்படுவதாகும். ஆதலால், அந்தக் குறிப்பிட்ட ஆண்டில் அல்லது பருவக்காலத்தில் உண்டான ஸெகண்டரி ஃபுளோயத்தை மட்டுமே காணமுடிகின்றது. இரண்டாவதாக, கேம்பியத்திலிருந்து ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் ஸெல்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்ற அளவிற்கு, ஸெகண்டரி ஃபுளோயம் ஸெல்கள் உண்டாக்கப்படுவதில்லை. ஸெகண்டரி ஸைலத்திலிருப்பதைப்போல இந்த ஸெகண்டரி ஃபுளோயத்திலும் திசுக்கள் இரு வகையான போக்குகளிலும், அதாவது உயரப்போக்கிலும், படர்க்கையிலும் அமைந்திருக்கின்றன. உயரப்போக்கில் அமைந்திருக்கும் திசுக்கள், கேம்பியத்திலுள்ள ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளிலிருந்து உண்டாக்கப்பட்ட சல்லடை மூலக்கூறு ஸெல்கள், துணை ஸெல்கள் ஃபுளோயம் பாரங்கைமா, ஃபுளோயம் நார்த் திசுக்களாகும். படர்க்கையிலமைந்துள்ளவை, ரேத் தோற்றுவிகளிலிருந்து உண்டாக்கப்பட்ட ரேப் பாரங்கைமா ஸெல்களாகும்.

இனங்களின் முன்னேற்றம் அல்லது முற்போக்கிற்குத் தக்கவாறு ஃபுளோயம் ஸெல்கள் அடுக்குற்றோ அல்லது அடுக்கற்றோ அல்லது இரு நிலைகளுக்கும் இடைப்பட்ட நிலையிலோ காணப்படுவதுண்டு. இது மட்டுமன்றி, அநேக மர இனங்களில், ஸெகண்டரி ஃபுளோயம் பருவக்காலத்திற்குத் தக்கவாறு வளர்ச்சி அடுக்குகளைப் (growth layers) பெற்றிருக்கின்றன. இந்த வளர்ச்சி அடுக்குகளில், முற்பட்ட ஃபுளோயம் (early phloem), பிற்பட்ட ஃபுளோயத்தை (late phloem) விட அதிக அளவில் விரிவடைகின்றபொழுது மிக தெளிவாகத் தெரிகின்றது (படம் 12.18). அநேக ஜிம்னோஸ்பர்ம்களிலும் ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களிலும் நார்த்திசுக்கள், பட்டைகள் (bands) போன்று பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படங்கள் 12.18;12.19). ஃபுளோயம் ரேக்கள் ஸைலம் ரேக்களுடன் தொடர்புற்றும் தொடர்ச்சிபாகவும் ஆரப் போக்கிலமைந்திருப்பதற்கு முக்கிய காரணம் இவைகளின் ரே தோற்றுவிகள் கேம்பியத்தில் பொதுவானதாக இருப்பதாகும். இவ்வாறு, இரண்டின் ரேக்களும் தொடர்ச்சியாகவும் தொடர்புற்றும் காணப்படுவதினால் இவற்றை பொதுவாக வாஸ்குலார் ரே என குறிப்பிடலாம். கேம்பியத்திலுள்ள ரேத் தோற்றுவிகளை அடுத்து வெளிப்புறமாக இருக்கின்ற ஃபுளோயம் ரேக்களும் உட்புறமாக உண்டாகின்ற ஸைலம் ரேக்களும் அமைப்பு, அளவு முதலியவைகளைப் பொருத்து ஒத்து காணப்பட்ட போதிலும், முன்னாலுண்டான ஃபுளோயம் ரேக்கள் வெளிப்புறமாக நோக்கி (குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது) புனல் போன்ற வடிவத்துடன் சாதாரணமாக காணப்படுகின்றன. இதற்கு காரணம்

இந்தப் பழைய ரேக்கள் புதிதாக உண்டாக்கப்படுகின்ற ரேக்களை விட விரிவடைகின்றன (dilation) (படம் 12.19). இந்நிலையிலுள்ள ரேக்களை தீலியா (Tilia) என்ற பேரினத்தில் பார்க்கலாம் (படம் 12.19). ஃபுளோயம் ரேக்கள் ஓர் சீர் வரிசை (uniseriate), இரு சீர் வரிசை (biseriate) அல்லது பல சீர் வரிசை (multiseriate) வகையினதாக இருக்கக்கூடும். சைலம் ரேக்களிலிருப்பது போல் ஃபுளோயம் ரேக்களும் ஒரே வகையான ஸெல்களையோ அல்லது படர்க்கை நேர் ரே ஸெல்களையோ பெற்றிருக்கலாம்.

**இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் ஃபுளோயம் (Dicotyledonous phloem):** எல்லாப் பிரிவுகளிலும் காணப்படுகின்ற ஃபுளோயத்தின் அமைப்பைவிட இவைகளினுடையது மிகவும் சிக்கலான அமைப்பைப் பெற்றும், பல வகையான திசு அமைவுகளைப் பெற்றும் காணப்படுவதாகும். முன் கூறியபடி ஸெகண்டரி ஃபுளோயத்தின் திசு வகைகளும் ஸெல்களும் அடுக்குற்றோ அல்லது அடுக்கற்றோ அல்லது இவைகளிரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட நிலையிலோ, ஒரு இனத்தின் முன்னேற்றம் அல்லது முற்போக்கினளவிற்குத் தக்கவாறு காணப்படுகின்றது. இவ்வகை தாவரங்களின் ஸெகண்டரி ஃபுளோயத்தில் உயரப் போக்கில் அமைந்திருக்கின்றதும், கேம்பியத்தின் ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளிலிருந்து உண்டாக்கப்படுகின்ற திசு வகைகளான சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களும், உயரப் போக்கு ஃபுளோயம் பாரங்கைமா, துணை ஸெல்கள், நார்த்திசுக்களும் காணப்படுவதோடல்லாமல், படர்க்கையிலும் ரேத் தோற்றுவிகளிலிருந்து உண்டாக்கப்படுகின்ற ரேக்களும் அடங்கியிருக்கின்றன. மேலும், இந்தத் திசு வகைகள், ஸெல்கள், மாத்திரமின்றி, தடிப்புற்ற ஸெல்களும் (sclereids), சுரக்கும் ஸெல்களும், லேடக்ஸ் சுரப்பிகளும் (laticifers) தனிப்பட்ட ஸெல்களும் (idioblasts) வெவ்வேறு அளவிலும் வெவ்வேறு தொகுப்பிலும் காணப்படுவதுண்டு.

சிற்றினங்களுக்கு தக்கவாறு ஃபுளோயத்தில் நார்த்திசுக்கள் பரவியிருக்கின்ற முறைகளைப் பொருத்து குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு வேறுபாடுகள் காணக்கிடக்கின்றன. தீலியா (Tilia), கோர்க்கோரூஸ் (Corchorus) போன்ற பேரினங்களில் ஸெகண்டரி ஃபுளோயத்தில் நார்த்திசுக்கள் சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களுடனும் உயரப்போக்கு ஃபுளோயம் பாரங்கைமாவுடனும் மாறி மாறி, பட்டைகள் போன்று அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படங்கள் 12.18;12.19). ஆனால், தீக்கோமா (Tecoma), நிக்கோத்தியானா (Nicotiana) பேரினங்களில் நார்த் திசுக்கள் உயரப்போக்கில் அமைந்திருக்கின்ற ஏனைய ஸெல்களுடன் கலந்து

ஒரு சிதறுற்ற அமைவுடன் காணப்படுகின்றன. அரிஸ்தோலோக்கியா (**Aristolochia**) பேரினத்தில் நார்த்திசுக்கள் அறவே உண்டாவதில்லை (படம் 15.32). மேலே குறிப்பிட்டபடி நார் ஸெல்களோ அல்லது தடிப்புற்ற ஸெல்களோ சல்லடைக் குழாய் ஸெல்கள் செயலாற்றிக் கொண்டிருக்கும்பொழுது உண்டாகாமலிருக்கலாம். ஆனால், சல்லடைக் குழாய் ஸெல்கள் செயலற்றுப் போகின்ற நிலையில், இவைகள், மற்ற ஸெல்களிலிருந்து வளர்ச்சி மாற்றங்கள் அடைந்து உண்டாகலாம்.

அநேகமாக, இருவிதையிலைத் தாவரங்களில் எல்லாம் சல்லடைக் குழாய் ஸெல்கள் உயரப் போக்கில் அதிக அளவு நீண்டும், அடுக்கற்ற அமைப்புடனும், சாய்ந்திருக்கின்ற நுனி உறைப் பாகங்களில் கூட்டு சல்லடைத் தட்டுகளைப் பெற்றும், தீலியா (**Tilia**) ஈஸ்கூலூஸ் (**Aesculus**) இனங்களில் காணப்படுவதைப் போலிருக்கலாம். ரேக்களின் அமைப்பு, அமைவு முதலியவைகளைக் கவனிக்கும்பொழுது அவைகள் ஏற்கெனவே விவரித்தபடி ஸெகண்டரி ஸைலத்திலுள்ளதை ஒத்திருக்கின்றன.

பிரைமரி வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளில் (**vascular bundles**) சாதாரணமாக புற ஃபுளோயம் இருப்பதாகத் தெரிந்து கொண்டோம். ஆனால், ஒரு சில பேரினங்களில், உதாரணமாக, கூக்கூர்பித்தா (**Cucurbita**) என்ற பேரினத்தில், அக ஃபுளோயமும் சேர்ந்து ஒவ்வொரு தொகுப்பிலும் (**bundle**) காணப்படுகின்றது. இந்த அக ஃபுளோயம் ஏற்கனவே கூறியபடி, மேற்கொண்டு விரிவடைவதில்லை. இந்த இருவகை ஃபுளோயங்களுமல்லாமல் வேறு ஒரு வகையான ஃபுளோயம் சாற்றுக்குழாய் தொகுப்புகளுக்கு வெளிப்புறமாகவும் அவைகளினுட் புறத்திலுள்ள பாரங்கைமாவின் மூலமாகப் புறணி பாகங்களிலும் குறுக்கு நெடுக்காக அமைந்திருக்கின்றது. இது இடைப்பட்ட ஃபுளோயம் (**commissural phloem**) என்று கூறப்படுகிறது (படம் 9.1). இதில் சல்லடைக் குழாய்களும், துணை ஸெல்களும் அடங்கியிருக்கின்றன. ஃபுளோயத்தைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வதற்கு இந்தப் பேரினம் அதிக அளவில் எல்லோராலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றபடியால் இதைக் குறித்து ஒரு சிறிய குறிப்பு மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும், இதை விரும்பி பயன்படுத்துவதற்கு ஒரு முக்கிய காரணமும் உண்டு. இதன் சல்லடைத் தட்டுகள் தெளிவாகத் தெரிவதினாலும், எளியதாக இருப்பதினாலும், சல்லடைக் குழாய் ஸெல்கள் அகலமானதாக இருப்பதனாலும், சல்லடைத் தட்டுகளிலுள்ள துளைகள் பெரியதாக இருக்கின்றதாலும் இந்தப் பேரினத்தின் இளந் தண்டுப்பாகம் அடிக்கடி கையாளப்படுகிறது.

ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களின் ஃபுளோயம் (**Monocotyledon phloem**) : இப் பிரிவிலுள்ள ஃபுளோயத் திசுவின் இயல்புகளைப் பற்றி முன்னரே விரிவாகத் தெரிந்து கொண்டோம். ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் காணப்படுகின்ற மெட்டா ஃபுளோயத்தை (ஸெகண்டரி வளர்ச்சி இல்லாமையால் ஸெகண்டரி ஃபுளோயம் உண்டாவதில்லை) இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் மெட்டாஃபுளோயத்தோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது அதன் முன்னேற்றப் போக்கு எந்தெந்த வகைகளில் ஏற்பட்டிருக்கின்றது என்று கூறப்பட்டுள்ளது. இதில் காணப்படுகின்ற முன்னேற்றப் போக்கு, மெட்டா ஃபுளோயத்தில் இருக்கின்ற சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களுடன், துணை ஸெல்கள் அமைந்திருக்கின்ற முறையைப் பொருத்ததாகும். முதல் வகையில், துணை ஸெல்கள், சல்லடைக்குழாய் ஸெல்களிடையே ஒரு ஒழுங்கற்ற முறையில் சிதறுற்று, அமைந்திருக்கின்றன. இவ்வமைவு ஒழுங்கற்ற வகை (**irregular type**) எனக் கூறப்படுகின்றது (படம் 12.5). இரண்டாவது வகையில், முன்னது போலன்றி, ஒவ்வொரு சல்லடைக் குழாய் ஸெல்லுக்கும் ஒவ்வொரு துணை ஸெல் இணைந்து இருந்து ஒரு ஒழுங்குற்ற முறையில் அமைந்திருக்கின்றது. இது ஒழுங்குற்ற வகை (**regular type**) எனப்படுகிறது (படம் 12.3). மூன்றுவது வகையில், மேற்கூறப்பட்ட இரு வகைகளுக்கும் இடைப்பட்ட நிலையில் சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களும் துணை ஸெல்களும் தொடர்புற்றுக் காணப்படுகின்றன. இது நடுத்தரவகை (**intermediate type**) எனப்படுகிறது (படம் 12.4). இந்த மூன்று வகை மெட்டாஃபுளோயங்களையும், பரிணும அடிப்படையிலும், நன்கு நிலைநாட்டப்பட்ட ஸைலம் முன்னேற்றப் போக்கு நிலைகளுடனும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கையில், ஒழுங்கற்ற வகை, தாழ்ந்த அல்லது பிற்போக்கான நிலையிலும், ஒழுங்குற்ற வகை உயர்ந்த அல்லது முற்போக்கடைந்த நிலையிலும், நடுத்தர வகை, இடைப்பட்ட நிலையிலும் காணப்படுவதிலிருந்து, மெட்டாஃபுளோயத்தின் முன்னேற்ற போக்குகளை ஒருவாறு அறிந்து கொள்ள முடிகின்றது.

ஸெகண்டரி ஃபுளோயத்தின் வளர்ச்சி மாற்றங்கள் (**Differentiation in the secondary phloem**) : உயரப் போக்கில் அமைந்துள்ள சல்லடைக் குழாய் ஸெல்கள் கேம்பியத்திலுள்ள ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளிலிருந்து உண்டாகின்றன. இந்தத் தோற்றுவிகளில் ஸெல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்டு, புதிதாகத் தோற்றுவிக்கப்பட்ட ஸெல்கள் ஃபுளோயம் பக்கத்தை நோக்கி ஏற்படும்பொழுது அவைகளால் மீண்டும் ஒரு சில தடவைகள் ஸெல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்டு, அவைகள் படிப்படியாக வளர்ச்சி மாற்றங்களை அடைந்து கடைசியில் சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களாக மாறுகின்றன

ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளிலிருந்து உடனடியாக புதிதாக உண்டான ஸெல்கள் ஃபுளோயம் தாய் ஸெல்கள் (**phloem mother cells**) எனப்படுகின்றன. இது போன்ற வளர்ச்சி ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களில் ஏற்படுகின்றது. ஆனுல், கோனிஃபர்களில் ஃபூசிஃபாம் தோற்றுவிகளிலிருந்து உண்டான ஸெல்கள் மேற்கொண்டு ஸெல்பிரிதல்கள் அடையாமல் சல்லடை ஸெல்களாக நேரிடையாக மாறிவிடுகின்றன. ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களில் உயரப்போக்கு ஃபுளோயம் பாரங்கைமாவும், துணை ஸெல்களும் எவ்வாறு தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன என்று முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம்.

சல்லடைக் குழாய் ஸெல்கள் உண்டான பிறகு அவைகள், குறுக்கில் அல்லது அகலப் போக்கில் விரிவடைகின்றன. ஆனுல், நார் ஸெல்களோ அதிக அளவில் நீண்டும் அகலத்தைப் பொருத்த மட்டில் மிகக் குறைந்த அளவிலும் விரிவடைகின்றன. ரேக்களிலுள்ள ரே ஸெல்கள் சாதாரணமாக அகல விரிவைத் தவிர்த்து வேறு வகைகளில் மிகக் குறைந்த அளவில் வளர்ச்சி மாற்றத்தைக் காட்டுகின்றன.

**செலுத்தும் செயலற்ற ஃபுளோயம் (Non-conducting phloem) :** ஸெகண்டரி ஃபுளோயத்தைக் குறித்து ஆராய்ந்து பார்த்தால், அது செய்கின்ற செயல்களைப் பொருத்து அதை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்று, ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட பருவ காலத்திலும் உண்டாகி, செலுத்தும் செயலைச் செய்துவருவதாகும். மற்ருென்று, ஏற்கெனவே உண்டான பழைய ஃபுளோயமும், செலுத்தும் செயலில் ஈடுபடாததுமாகும். இவைகளிரண்டில் முன்னதை செலுத்தும் ஃபுளோயம் (**conducting phloem**) என்றும், பின்னதை செலுத்தும் செயலற்ற ஃபுளோயம் (**non-conducting phloem**) என்றும் கூறப்படுகின்றது. இப்பொழுது இந்த செலுத்தும் செயலற்ற ஃபுளோயத்தின் அமைப்பு, இயல்புகள், மாற்றங்கள் முதலியவைகளைக் குறித்து சிறிது கவனிப்போம். இந்த பழைய, செலுத்தும் செயலற்ற ஃபுளோயம் அதன் பெயருக்கேற்ப செலுத்தும் செயலைச் செய்யாவிடினும் வேறு வகைகளில், குறிப்பாக சேமித்து வைத்தல் போன்ற செயல்களைச் செய்து வருகின்றது எனும் உண்மையை கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும். இந்த செலுத்தும் செயலற்ற ஃபுளோயத்தை, அதில் ஏற்பட்டிருக்கின்ற மாறுதல்களைக் கொண்டு, செலுத்தும் ஃபுளோயத்திலிருந்து எளிதில் பிரித்தறிய முடியும். உதாரணமாக, ஃபுளோயம் செலுத்தும் செயலற்ற நிலையில் அதன் சல்லடைக் குழாய் ஸெல்களில் தீர்மானிக்கின்ற காலோஸ் எனும் பொருளை அடர்த்தியாகவும் அதிக அளவிலும் கொண்டிருக்கும். இரண்டாவதாக, ஸெல்களுக்குள்ளேயிருக்கும் ஸைட்டோபிளாஸம் போன்ற

அடக்கப் பொருள்கள் சிதறுற்று வெவ்வேறு நிலைகளிலும், அல்லது மறைந்து இருப்பதுமுண்டு. மூன்றாவதாக, செல் லுறைகளில் காற்று நிரம்பிவிடக்கூடிய சூழ்நிலையும் ஏற்பட்டு விடுவதுண்டு. சல்லடைக் குழாய் செல்களுடன் இணைந்திருக்கின்ற துணை செல்களும், பாரங்கைமா செல்களும் இறந்துபடுகின்றன. மேலே கூறப்பட்டவைகள் எல்லாம் செலுத்தும் செயலற்ற ஃப்ளோயத்தில் பொதுவாக நிகழ்கின்ற மாற்றங்களைக் குறிப்பிட்ட போதிலும், இம்மாற்றங்கள் இனத்திற்குத் தக்கவாறு வெவ்வேறு அளவில் ஏற்படுகின்றன.

செலுத்தும் செயலற்ற ஃப்ளோயத்திலிருக்கின்ற ரேப் பாரங்கைமாவும், உயரப்போக்கு பாரங்கைமாவும் அநேகமாக தடிப்புற்ற செல்களாகவோ அல்லது நார் செல்களாகவோ மாறிவிடுவதுண்டு. மேற்கொண்டு மற்றொரு வகையிலும் பழைய ஃப்ளோயத்திலுள்ள பாரங்கைமா செல்கள் மாற்றமடைகின்றன. இதிலுள்ள பாரங்கைமா செல்களெல்லாம், செலுத்தும் செயலற்ற செகண்டரி ஃப்ளோயத்தின் அமைப்பையும் தோற்றத்தையும் பாதித்து மாற்றி விடக்கூடிய அளவிற்கு விரிவடைகின்றன (படம் 12.19). இந்த செலுத்தும் செயலற்ற ஃப்ளோயத்தின் அளவு ஃபெல்லோஜன் என்று சொல்லப்படுகின்ற ஆக்குத்திசு உண்டாகும் இடத்தைப் பொருத்திருக்கின்றது. ஃபெல்லோஜன் பல ஆண்டுகளுக்கு, தண்டின் மேலெழுந்த வாரியாக உண்டாகும்பொழுது, பழைய ஃப்ளோயம் பாதிக்கப்படுவதில்லை. அதே சமயத்தில், ஃபெல்லோஜன் ஒவ்வொரு ஆண்டும் அடுத்தடுத்து ஆழமாக அமைந்திருக்கின்ற திசு அடுக்குகளிலிருந்து உண்டாகிக்கொண்டு வரும்பொழுது பழைய ஃப்ளோயம் ஒன்று சேர்ந்து திரள்வது தவிர்க்கப்படுகின்றது.

# 13. சுரக்கும் அமைப்புக்கள்
## (Secretory structures:)

இலக்கணமும், வரையறையும் (Definition and Delimitation) : உயிருற்ற செல்கள் பலவகையான உடன் விளைவுப் பொருள்களை (by-products) மெட்டாபோலிஸத்தின் (metabolism) விளைவாக உண்டாக்குகின்றன. இவைகளில் பல மக்களுக்கு பலவகைகளில் பயன்படுகின்றவைகளாகவும், ஒரு சில குறிப்பிட்ட வகைகள் நச்சுப் பொருள்களாகவும் உண்டாகின்றன. இன்னும் ஆராய்ந்து பார்த்தால், இந்த பலவகையான பொருள்கள் அந்தந்த தாவர இனங்களுக்கு எந்தெந்த வகைகளில் பயன்படுகின்றன என்பதைக் குறித்து திருப்தி அளிக்கக்கூடிய அளவிற்கு சான்றுகள் கிடையாது. இருந்தபோதிலும், தற்காலத்தில் இது சம்பந்தப் பட்ட ஆராய்ச்சிகள் வெவ்வேறு நோக்கத்துடனும், ஒரு முறை பாட்டுடனும், பல முற்போக்கு நாடுகளில் நடத்தப்பட்டு வருகின்றன. கிடைத்திருக்கின்ற குறிப்புக்களையும், பொருள் களின் அளவிடமுடியாத எண்ணிக்கையையும் வைத்துக்கொண்டு சிந்தித்துப் பார்த்தால் ஒவ்வொரு செடியும், செடி உருவத்திலிருக் கின்ற ஒரு உயிருள்ள இரசாயனசாலை என்றும், அவைகளிலிருந்து கணக்கிலடங்காப் பொருள்களுண்டாகின்றன என்ற உண்மையை யும் தெள்ளத் தெளிவாக அறிகின்றோம்.

இவ்வாறு தோற்றுவிக்கப்படுகின்ற பொருள்களில் பல நன்கு அறிமுகமானவைகளாகும். உதாரணமாக, டெர்பின்கள் (terpe-nes) டேன்னின் (tannin), படிகங்கள் (crystals), எண்ணெய்ப் பொருள்கள் (oils), ரப்பர் (rubber), ரெஸின் (resin), பிசின் (gum) பலவகையான மருத்துவப் பொருள்களாகும் (drugs). எந்த வகைப் பொருள்களாகயிருந்தாலும், அவைகள் இரு வகைகளிலுண்டாக லாம். ஒன்று சுரத்தல் (secretion), மற்றொன்று நீக்கப்படுதல் (excretion) என்றும் இருமுறைகளில் உண்டாகலாம். இந்த இரு முறைகளையும் ஓரளவிற்கு இலக்கணப்படுத்தி வரையறுக்க

முடிந்தபோதிலும், முன்வகையில் புரோட்டோபிளாஸத்திலிருந்து பொருள்கள் பிரிவுறுகின்ற செய்கையையும், பின்வகையில் மெட்டாபோலிஸத்திஞல் (metabolism) பொருள்கள் பிரிக்கப்பட்டு வெளிப் படுதலையும் முறையே குறிக்கின்றதாக வைத்துக்கொண்டு கவனித்தால், இந்த இருவகையான நிகழ்ச்சிகளை சரிவர தெளிவுபட பிரித்தறிவது சில சந்தர்ப்பங்களில் கடினமான காரியமாக இருக் கிறது. ஏனென்ருல், ஏற்கனவே கூறியபடி, இந்தப் பொருள்களின் பயன்களைக் குறித்து சரிவர தெரியாதது ஒரு காரணம். மற்ருெரு காரணம் இரு வகைகளிலும் தோன்றுகின்ற பொருள்கள் ஒரே இடத்தில் சேமிக்கப்படுகின்றன. இந்த இரு நிகழ்ச்சிகளையும் ஒன்று படுத்தி அறிந்து கொள்வது குழப்பத்தைத் தவிர்க்கக் கூடியதும், பொருத்தமானதாகவும் கருதப்படுகின்றது.

சுரக்கும் அமைப்புகள், குறிப்பிட்ட உறுப்புக்களாகவோ அல்லது திசுக்களாகவோ அல்லது ஸெல்களாகவோ தாவர இனத் தைப் பொருத்து வெவ்வேறு உறுப்புக்களிலும் உறுப்புக்களின் பகுதி களிலும் பரவியிருக்கின்றன. மேலும், சுரக்கும் அமைப்புகளெல் லாம் தனிப்பட்ட முறைகளிலுண்டாகி, உன்னதமான நிலையை அடைந்தவைகளாக மதிக்கப்படுகின்றன. இந்த அமைப்புக்களை மேலும் ஆராய்ந்தால், அவைகளில் சில செடிகளில் உள்ளும், வேறு சில வகைகளில் புறமும் அமைந்திருக்கின்றன. இவைகளில் சில கேசங்களாகவும் (hairs) வேறு சில சுரப்பிகளாகவும் (glands), இன்னும் சில வகைகள் குழிகள் (cavities), குழாய்கள் (ducts) போன்றுமிருக்கின்றன. சுரக்கப்படுகின்ற பொருள்கள், அந்தந்த ஸெல்களுக்குள்ளாக சேர்க்கப்படலாம் அல்லது அவைகள் வெளிப் படுத்தப்பட்டு ஸெல்லிடைப்பட்ட அமைப்புகளில் சேகரித்து வைக்கப்படலாம் அல்லது செடிகளின் வெளிப்பரப்பிற்கு கொண்டு வரப்படலாம் அல்லது இந்தப் பொருள்கள் தனிப்பட்ட ஸெல் லமைப்பு வகைகளிஞல் (idioblast) உண்டாக்கப்பட்டு, அவைகளி னுள்ளும் சேமித்து வைக்கப்படலாம் என்று தெரிய வருகின்றது.

**சுரக்கும் புற அமைப்புகள் (External secretory strucrure):**

1. **கேசங்களும் சுரப்பிகளும்:** சாதாரணமாக செடிகளின் மேல் பரப்பில் பல வகையான சுரக்கும் அமைப்புகள் அமைந்திருக் கின்றன. இவைகளில் சில புறத்தோலிலுண்டாகலாம் அல்லது தோலுக்கடியிலுள்ள திசுக்களில் ஸெல் பிரிதல்களேற்படுவதன் மூல மாகவும் உண்டாக்கப்படலாம். இந்த சுரப்பிகளெல்லாம் வெவ் வேறு உருவத்தையும், அமைப்பையும் பெற்றிருக்கின்றன. உதாரண மாக, சிலவகை சுரக்கும் அமைப்புகள் கேசங்களாகவும் (படம் 13.7), வேறு சில வகைகள், மிகவும் சிக்கலான அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்

கின்ற சுரப்பிகளாகவும் (glands), இன்னும் சில கொல்லீட்டர்க ளாகவும் (colletors) (படம் 13.1), மெல்லிய இலைகள் போன்று மைய இணைவு கொண்ட கேசங்களாகவும் (peltate hairs) (படம் 13.8), மற்றும் இன்னோரன்ன அமைப்புகளை உடையதாகவும் இருக்கக்கூடும். நீரியும் (Nerium) என்னும் பேரினத்தின் தண்டின் நுனிப்பாகத்திலும், இலைக்குருத்துகளிலும் ஒரு வகையான சுரக்கும் கேசங்களிலிருக்கின்றன (படம் 13.1). இவை ஒவ்வொன்றும் பல செல்களினுலானது. மேலும், இதன் வெளிப்புறத்தில் பல செல் கள் அடுத்தடுத்து ஒன்று சேர்ந்து ஒரு ஒழுங்கான முறையில் அமைந் திருக்கின்றன (படம் 13.1). உட்புறமாக பாரங்கைமா செல்கள் ஒழுங்கற்ற முறையில் அமைந்திருக்கின்றன. கொல்லீடர்கள் (colle-tors) என்பவைகளுக்கு பல செல்களினுலான காம்பும், அது போன்று பல செல்களினுலான தலைப்பாகமும் இருக்கின்றன. உதாரணமாக, ரோஸா (Rosa), ஜத்ரோஃபா (Jatropha) என்ற பேரினங்களில் இந்த பல செல்களினுலான சுரப்பிகள் காணப்படு கின்றன. இவை ஒரு வித பசை போன்ற பொருளைச் சுரக்கக்கூடிய வைகளாகும். சுரக்கும் அமைப்புகள் ஒரு செல்லினுலோ அல்லது பல செல்களினுலோ உண்டான அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. கேசங்களிலும், சுரப்பிகளிலும் பல, மேற்கூறியபடி பலதரப்பட்ட பொருள்களைச் சுரந்து வெளிப்படுத்துகின்றன. உதாரணமாக, பூக்களிலிருக்கின்ற சுரக்கும் அமைப்புகள் சர்க்கரை கலந்த திரவத்தை உண்டாக்குகின்றன. இவைகளுக்கு பூ தேன் சுரப்பிகள் (floral nectaries) என்று பெயர். பூவுடன் சம்பந்தப்படாததும், மற்ற உறுப்புக்களில், குறிப்பாக, இலைகளிலும், இலைக்காம்புகளிலும் உண்டாகியிருக்கக்கூடியதுமான சுரக்கும் அமைப்புகளும் சர்க்கரை கலந்த திரவத்தை உண்டாக்கக்கூடும். இது பூ புறம்பான தேன் சுரப்பிகள் (extra floral nectaries) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இதற்கு உதாரணம் ரிஸினுஸ் (Ricinus) என்ற செடியில் காணப் படும் சுரப்பிகளாகும் (படம் 13.2). உப்பு நிறைந்த இடங்களில் வளர்ந்து வருகின்ற செடியினங்களிலிருக்கின்ற சுரப்பிகள் உப்புகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. நீரைச் சுரந்து வெளிப்படுத்துகின்ற அமைப்புகளுக்கு நீர்சுரப்பிகள் (hydathodes) என்று பெயர். இவை நீரைவெளிப்படுத்தவும், உறிஞ்சிக்கொள்ளக் கூடிய இயல்புகளைப் பெற்றவைகளாகும் பூச்சியுண்ணிகளிலிருக்கின்ற (insectivorous plants) சுரப்பிகள் தேன் (nectar), மூசிலேஜ் (mucilage) அல்லது, நொதிப்பொருள்கள் (enzymes) முதலியவைகளை உண்டாக்கி வெளிப்படுத்துகின்றன.

சுரக்கும் செல்களில் அடர்த்தியான புரோட்டோபிளாஸமும், புரதம் போன்ற பொருள்களும் அடங்கியிருக்கின்றன. இந்த செல்களில் புரோட்டோபிளாஸம் அடர்த்தியாக இருந்து அதற் கேற்ப, சாற்றுக்குழிகளின் அளவும், எண்ணிக்கையும் குறைந்திருக் கின்றன. சுரக்கப்பட்ட பொருள்கள் வெளிப்படுவதற்கு முன்பு, சுரக்கும் செல்கள் அல்லது அமைப்புகளின் செல்லுறைகளும், கூட்டிக்கில் (cuticle) என்ற அடுக்கும் விரிவடைகின்றன. பிறகு, கூட்டிக்கில் வெடித்து சுரக்கப்பட்ட பொருள்கள் வெளிப்படுகின் றன. இந்த வகையில், கூட்டிக்கில் விரிவடைதலும், வெடித்தலும் தொடர்ந்து ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கலாம் அல்லது சிலவகை சுரப்பிகளில் ஒரு தடவை இந்த மாற்றங்கள் ஏற்பட்ட பிறகுஅவை மறுமுறை தொடர்ந்து ஏற்படாமல் மறைந்து விடுவதுமுண்டு.

உர்த்திகேஸி (Urticaceae) என்னும் குடும்பத்தைச் சார்ந்த சில பேரினங்களில், உதாரணமாக, லப்போர்த்தியா (Laportea), ஜிரார் டினியா (Girardinia), ஃபுலூரியா (Fleurya), உர்த்திக்கா (Urtica) போன்ற பேரினங்களிலும், யூஃபோர்பியேஸி (Euphorbiaceae) என் னும் குடும்பத்தின் திரஜியா (Tragia) என்ற பேரினத்திலும் நச்சுப் பொருள்களைப் பெற்றிருக்கின்ற ஒருவகையான கேசங்கள் செடி களின் எல்லாப் பாகங்களிலும் அதிக அளவில் உண்டாகியிருக் கின்றதைப் பார்க்கலாம். இந்த வகை கேசங்கள் உடம்பில், பட்டவுடன் எரிச்சலுடன் கூடிய நமைச்சலையும், பிறகு வீக்கத்தை யும் வெவ்வேறு அளவிற்கு ஏற்படுத்துவதுடன், சில வேளைகளில், பலவகையான வலி உணர்ச்சிகளையும், ஜுரம் முதலியவைகளையும் உண்டாக்கவல்லதாகும். இதற்குக் காரணம் இவைகளில் அடங்கி யிருக்கின்ற ஹிஸ்டாமைன் (hystamine), அஸட்டில் கோலேன் (acetyl cholin) என்ற பொருள்களாகும். இந்த வகை கேசங்களுக்கு கொட்டும் கேசங்கள் (stinging hairs) என்று பெயர். இந்த வகை கேசங்களின் அமைப்பு ஒரு தனிப்பட்ட சிறப்பான முறையில் அமைந்திருக்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, இந்த கேசங்களின் அடிப்பாகம் கால்சியம் கலந்த பொருளினாலும், நுனிப்பாகம் ஸிலிக்கா கலந்த பொருளினாலும் ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இந்தக் கேசங்களின் அடிப்பாகங்கள் பை போன்று (bladder like), புறத் தோல் செல்களினூடே புதைந்தும், அதே சமயத்தில் சிறிது உயர்த்தப்பட்டும் அமைந்திருக்கின்றன. கேசங்களின் நுனிப் பாகங்கள் வட்ட வடிவமான அமைப்பைப் பெற்றும், அவைகளைத் தொடும்பொழுது எளிதில் பிரிந்துவிடக் கூடியதுமான விசித்திர மான ஒரு அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த வட்ட வடிவ நுனிப்பாகங்கள் பிரிவுற்ற பிறகு கேசங்களின் கூரிய நுனிப்பாகங் கள் வெளிப்படுத்தப்பட்டு, அவை சருமத்தில் படும்பொழுது அவை

நுண்ணிய காயங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. பிறகு உடனடியாக குழாய் போன்ற கேசங்களில் உள்ளடங்கியிருக்கின்ற மேலே கூறப் பட்ட நச்சுப்பொருள் வகைகள் சருமத்தினுள் புகுத்தப்படுகின்றன. பிறகு, இந்தப் பொருள்கள் சருமத்தினுட் சென்று பல வகையான வலி உணர்ச்சிகளைக் கொடுக்கின்றன.

2. தேன் சுரப்பிகள் (Nectaries): தேன் சுரப்பிகளை இரு வகை களாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்றை, பூ தேன்சுரப்பிகள் (floral nectaries) என்றும், மற்றொன்றை பூ புறம்பான தேன்சுரப்பிகள் (extra-floral nectaries) என்றும் கூறலாம். பொதுவாக, இவைகள் வெவ்வேறு அளவில் சர்க்கரை கலந்த நீரைச் சுரந்து வெளிப்படுத்து கின்றன. பூ தேன்சுரப்பிகள் சாதாரணமாக, பூச்சிகளினாலும், பறவைகளினாலும் மகரந்தசேர்க்கை ஏற்படுகின்ற செடியினங் களின் வெவ்வேறு பாகங்களில் உண்டாகின்றன. பொதுவாக, இவைகள் வாஸ்குலார்த் திசுவை பெற்றிருக்கக்கூடும். இந்த இரு வகை தேன்சுரப்பிகளில், பூ தேன்சுரப்பி மற்றதை விட மிகவும் முன்னேற்ற மடைந்ததாகக் கருதப்படுகின்றது. பூ தேன்சுரப்பிகள் அமைந்திருக்கின்ற பூக்களின் பகுதிகளைப் பொருத்துப் பாகுபாடு செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. உதாரணமாக, இவைகள் பூவிதழ்வட்ட அங்கங்களின் (perianth members) அடிப்பகுதிகள் மாற்றமுறா நிலையிலும், அல்லது மாற்றமுற்ற நிலையிலும், (அதாவது குழல் போன்ற (spur) அமைப்புகளிலும்), பூத்தளங்களின் (thalamus or receptacle) வரம்புகளிலும், வட்ட வடிவமாகவும், அல்லது, குழாய் கள் போன்றும், மகரந்தத் தாள்களிலும் (stameus), சூற்பைகளின் (ovaries) வெளிப்புறத்திலும், சூல்தண்டுகளிலும் உண்டாகலாம். ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் பூக்களில் தேன்சுரப்பிகள் சூல்பையின் தடுப்பறை பாகங்களில் (septa) உண்டாவதுமுண்டு.

உள்ளமைப்புகள் (Internal structures): பொதுப்படையாகப் பார்க்கப்போனால், இந்தப் பூத்தேன் சுரப்பிகளின் செல்கள் ஒவ்வொன்றிலும், புரோட்டோபிளாஸம் அடர்த்தியாகவும் நூக் ளியஸ் நன்கு தெரியக்கூடிய அளவிற்கு பெரிதாவும் அமைந்திருக் கின்றன. இவைகளின் செல்கள் ஒவ்வொன்றும் பார்ப்பதற்கு கனசதுர வடிவமானதாக (cubical) இருக்கின்றது. இவைகளின் உள்ளமைப்பு, அவை தேன்சுரக்கின்ற முறைகளின் அடிப்படை யைப் பொருத்து அமைந்திருக்கின்றன. ஆனால், பூ புறம்பு தேன் சுரப்பிகளின் புறத்தோல் பாலிஸேட் செல்களைப்போன்று (palisade cells) அமைப்பைப் பெற்றும், அவைகளின் உட்புறத் திசுக்களினூடே வாஸ்குலார்த் திசு அமைந்திருப்பதையும் பார்க் கலாம். இதற்கு உதாரணம் ரிஸினூஸ் கொம்யூனிஸ் (Ricinus

**communis**). எப்படி இருந்தபோதிலும், தேன்சுரப்பிகளின் மேற்புறமாக கூட்டிக்கில் (cuticle) என்ற ஒருவித அடுக்கு காணப் படுகின்றது. இதனுடைய கூட்டிக்கிலும், செடியின் ஏனைய உறுப்புக் களின் மேற்புறத்திலிருக்கின்ற கூட்டிக்கிலும் வேறுபடுவதாக எ. மை. (E.M.) மூலம் அறியப்படுகின்றது.

இப்பொழுது பூ தேன்சுரப்பிகளின் உள்ளமைப்பை நன்கு அறிமுகமான ஒரு சில உதாரணங்களின் வாயிலாகத் தெரிந்து கொள்வோம்.

(1) ஸித்ரூஸ் லிமோன் (Citrus limon) : இந்த இனத்தின் பூ தேன்சுரப்பி சூல்பையைச் சூழ்ந்து வட்டமாகவும், உயர்த்தப்பட்ட திசுவாகவும் அமைந்திருக்கின்றது. இந்த வகை சுரப்பியல் ஸ்டோ மாட்டா (stomata) அல்லது இலைத்துளைகள் சிறிது உயர்த்தப்பட்டு சுரப்பிகளாக செயல் புரிகின்றன. இந்த வகை சுரப்பிகளின் புறத் தோல் ஏற்கனவே கூறியபடி கனசதுரமான செல்களைப் பெற்றும், தடிப்புத்தன்மையுள்ள செல்லுறைகளையும், மெல்லிய கூட்டிக்கிலை யும் பெற்றிருக்கின்றன (படங்கள் 13.3;13.5). இந்த தேன் சுரப்பிகளிலுள்ள எல்லா செல்களும் சிறு மணி (grains) போன்ற உள்ளடக்கப் பொருள்களை (inner contents) பெற்றிருக்கின்றன. சிலவேளைகளில், இந்த செல்கள் படிகங்களையும் பெற்றிருப்பதுண்டு. இது போன்ற பொதுப்படையான அமைப்புகளைக் கொண்ட தேன் சுரப்பிகள் ஒவ்வொரு சூல்பையைச் சுற்றி அமைந்திருக்கின்றன.

(2) பாஹினியா புர்புரியா (Bauhinia purpurea) : இந்த இனத் தின் பூக்களின் அமைப்பிற்கு தக்கவாறு, இவைகளின் பூத்தளங்கள் தாழ்த்தப்பட்ட ஒரு குழியாக காணப்படுகின்றன. குழியின் உட் புறத்தைக் சுற்றிலும், சூல் பைத்தண்டிற்கு (gynophore) ஒரு புறமாகவோ, அல்லது, இதழ் வட்டங்களின் அடிப்பாகங்களும், மகரந்தத் தாள்களும் ஒன்று சேர்ந்து இணைந்திருக்கின்ற பகுதி களிலோ உண்டாகின்றன. இந்த இனத்தின் தேன்சுரப்பிகளில், ஸ்டோமாட்டா அல்லது, இலைத்துளிகள் முதல் வகை இனத்தில் கூறப்பட்டதுபோல் பங்குகொள்வதில்லை. இதற்குப் பதிலாக இவைகளின் செல்கள் சிறியனவாகவும், மஞ்சள் நிறமான சிறு மணிகள் போன்ற உள்ளடக்கப் பொருள்களைப் பெற்றும், புறத் தோலுக்கடியில் அமைந்திருக்கின்றன.

**தேனின் இயல்பு** : பூத்தேனில், குளுக்கோஸ் (glucose), சுக்ரோஸ் (sucrose), ஃபுருக்டோஸ் (fructose) முதலியவைகள் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றன. இது தவிர, புரதம் (protein), மூஸிலேஜ்

(mucilage), அங்கக அமிலங்கள் (organic acids) முதலியவைகளும் இருக்கலாம். தேனின் அடர்த்தித் தன்மையைப் (concentration) பொருத்த மட்டில், தேன் 3—87 சதமிருக்கலாம். தேனில் அடங்கியிருக்கின்ற சத்துப் பொருள் ஃப்ளோயம் திசுவினுல் அளிக்கப்படுகின்றது. மற்ருெரு குறிப்பிடத்தக்க உண்மை என்னவென்ருல், சுரப்பிகளுக்குச் செல்கின்ற வாஸ்குலார் குழாய்த் திசுவின் நுனிப்பாகத்தின் இறுதியில் காணப்படுகின்ற திசு ஃப்ளோயமாக இருக்கும். இந்த வகை திசு அமைப்பு நீர் சுரப்பிகளிலுள்ள அமைப்பு நிலைக்கு மாருனது. ஏனென்ருல், நீர் சுரப்பிகளில் வாஸ்குலார்த் திசுவின் நுனிப் பாகத்தின் இறுதியில் காணப்படுகின்ற திசு டிரக்கியரி திசுவாக இருக்கின்றது. தேன் சுரப்பிகளிலிருந்து தேன் சுரக்கப்படுவதினுல், அதில் ஃப்ளோயமும், நீர் சுரப்பிகளிலிருந்து நீர் வெளிப்படுத்தப்படுவதினுல் இவைகளில் டிரக்கியரி ஸெல்களும் இறுதியில் அமைந்திருப்பது முற்றிலும் பொருத்தமாக ஏற்பட்டிருக்கின்ற, இயற்கையான இயல்பாகும். 'தேன் சுரப்பிகள் தேனைச் சுரப்பதோடல்லாமல், அவைகள் தேனையும் உறிஞ்சக் கூடியவைகளாகவும், அவ்வாறு உறிஞ்சிய தேனை எல்லா உறுப்புக்களுக்கும் செலுத்தக் கூடியவைகளாகவும் இருக்கின்றன.

**நறுமண சுரப்பிகள் (Osmophores):** அனேகமாக எல்லா பூக்களும் ஏதாவதொரு நறுமணத்தை வெவ்வேறு அளவிற்குத் தோற்றுவித்து பரப்புகின்றன. இதற்குரிய காரணங்களில் ஒன்று நறுமண மெய்மம் (volatile oil) இதழ் வட்டங்களின் தோல் ஸெல்களில் பரவியிருப்பதாகும். மற்ருெரு காரணம், இதற்கென ஏற்பட்ட தனிப்பட்ட சுரப்பிகளுமாகும். இது சம்பந்தப்பட்ட சுரப்பிகளுக்கு நறுமண சுரப்பிகள் (osmophores) என்று பெயர். இந்த நறுமண சுரப்பிகள் வெவ்வேறு வடிவங்களில் இருக்கலாம். இவைகளில் சில வகை நுண் கேசங்களாகவும் (cilia), பிரஷ் போன்றும் (brush-like), மடிப்புகள் (flaps) போன்றும் காணப்படுகின்றன. இந்த நறுமண சுரப்பிகளை அவைகளுண்டாக்குகின்ற நறுமணத்தின் மூலம் அறியலாம். அல்லது, ஒளி மைக்ராஸ்கோப்பினுதவியைக் கொண்டும் அறியலாம். இவ்வாறு அறிவதற்கு அவைகளை நியுட்ரல் சிவப்பு (neutral red) என்ற சாயத்தினுல் சாயப்படுத்திப் பார்க்கும்பொழுது, அவைகள் தெளிவாகத் தெரியும். ஒவ்வொரு நறுமண சுரப்பியும், சுரக்கும் திசுக்களைப் பல அடுக்குகள் வரை பெற்றும், திசுக்கள் அடர்த்தியாக அமைந்தும், அல்லது, ஸெல்லிடை வெளிகளுடன் அமைந்தும் காணப்படும் (படம் 13.4). இவைகளில் சுரக்கப்படுகின்ற எண்ணெய்ப் பொருள் அல்லது நறுமண மெய்மம், விரைவில் ஆவியாகக் கூடியதாகவும் அல்லது, நிலைத்து நிற்கக்கூடிய எண்ணெய் துளிகளாகவும் உண்டாகின்றன.

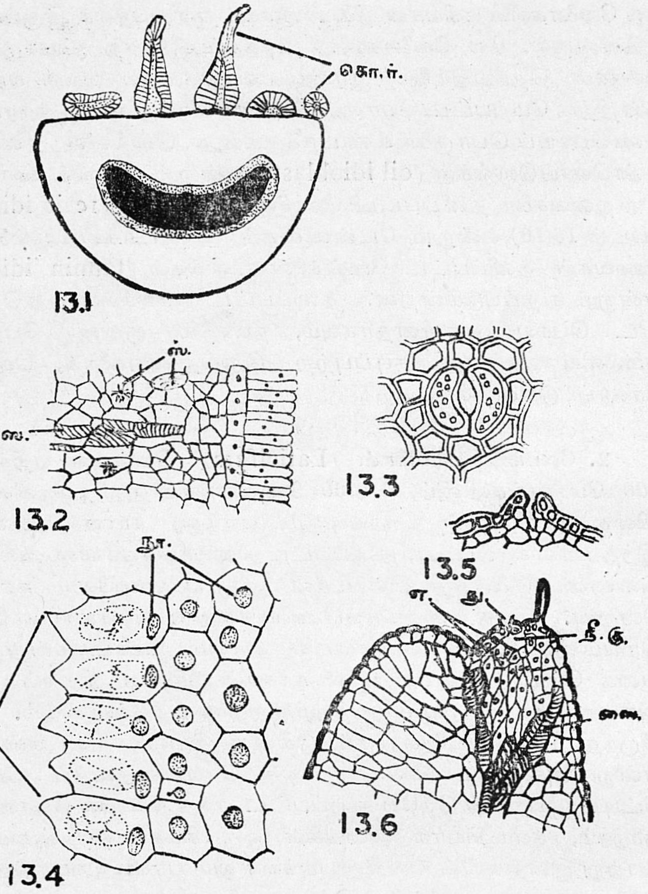
**நீர் சுரப்பிகள் (Hydathodes)**: இவைகள், சாதாரணமாக இலைகளின் நுனி, அல்லது, வரம்புகளின் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. நீர் சுரப்பிகள், கட்டேஷன் (guttation) என்று சொல்லப்படுகின்ற நிகழ்ச்சியின் விளைவாக உப்புச்சத்துகள், சர்க்கரைப் பொருள்கள், அங்ககப் பொருள்கள் கலந்த நீரை ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் வெளிப்படுத்துகின்றன. இவைகளின் உள்ளமைப்பைக் குறித்து நோக்குங்கால் (உயரப்போக்கு வெட்டில்), இது சம்பந்தப்பட்ட பாரங்கைமா திசுவின் செல்லுறைகள் மெல்லியதாகவும், செல்களில் பசுங்கனிகங்கள் குறைவுற்றும், செல்லிடை வெளிகளுடனும் அமைந்திருக்கின்றன. இந்த செல்லிடை வெளிகளின் மூலம் டிரக்கீட்கள் புறத்தோலுக்குச் செல்ல முடிகின்றது. இந்த இயல்புகளை உடைய பாரங்கைமா திசுவிற்கு முன்புறமாகவும், உறுப்புக்களுக்கு வெளிப்புறமாகவும் வெவ்வேறு எண்ணிக்கை அளவில் நுண் திறவுகளுண்டாகியிருப்பதையும் பார்க்கலாம். இந்த வகை திசுவிற்கு எப்பித்தம் (epithem) என்று பெயர் (படம் 13.6). மேலும், இந்த எப்பித்தம் என்ற திசுவுடன் டிரக்கியரி செல்கள் நெருங்கி இணைந்து காணப்படுகின்றன. ஆதலால், நீர் உடனடியாகவும், நேரடியாகவும் டிரக்கியரி செல்களிலிருந்து புறத்தோலுக்கு எப்பித்தம் மூலமாக செல்ல முடிகின்றது. இந்த வகையில், இவைகள் ஏற்கனவே கூறப்பட்ட, தேன் சுரப்பிகளிலிருந்து முக்கியமாக வேறுபடுகின்றன.

## சுரக்கும் உள்ளமைப்புகள் (Internal secretory structures):

1. சுரக்கும் செல்கள் (Secretory cells): இவைகள் அனேகமாக செடிகளின் எல்லா உறுப்புக்களிலும் காணப்படுகின்றன. மேலே கூறப்பட்ட சுரப்பிகளின் வகைகளிலிருந்து இவைகள் முற்றிலும் மாறுபட்டவைகளாகும். முன் வகைகள் எல்லாம் பல செல்களினாலான திசுக்களாக இருக்கின்றன. சுரக்கும் செல்களெல்லாம் தனிப்பட்ட செல்களாக, ஒரு ஒழுங்குற்ற அல்லது ஒழுங்கற்ற முறையிலும், செடியினங்களின் உறுப்புக்களுக்கு உட்புறமாகவும் பரவி இருக்கின்றன. இவைகள் உட்புறத் திசுக்களின் மத்தியில் தனிப்பட்டு உண்டாகியிருக்கின்ற காரணத்தினாலும், அவைகளின் வடிவம், செய்கின்ற செயல், அளவு முதலியவைகளைப் பொருத்து, சூழ்ந்திருக்கின்ற ஏனைய திசுக்களின் செல்கள் முற்றிலும் வேறுபடுவதினாலும் இவைகளுக்குத் தனிப்பட்ட செல்கள் (idioblasts) என்று பெயர். இவைகள் உண்டாக்குகின்ற பொருள்களின் தன்மையைப் பொருத்த அடிப்படையில் அதற்கேற்ப பொருத்தமான பெயர்களிட்டு இவைகளை அழைப்பது வழக்கத்திலிருந்து வருகின்றஒரு முறையாகும். ஆனால், இந்த முறை

சில வேளைகளில் சரியான நிலைமையைக் குறிப்பதாக இருப்பதில்லை. ஏனென்றால், சில வேளைகளில் சுரக்கப்படுகின்ற பொருள்களின் தன்மை தெரிவதில்லை. இரண்டாவதாக, சில வகை சுரப்பிகள் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட பொருள்களைச் சுரக்கின்றன. உதாரணமாக, எண்ணெய்ப் பொருளை உண்டாக்குகின்ற செல்களை தனிப்பட்ட எண்ணெய்செல்கள் (oil idioblasts) என்றும், ரெஸின் உண்டாக்கு கின்றவைகளை தனிப்பட்ட ரெஸின் செல்கள் (resin idioblasts) (படம் 13.10) என்றும் டேன்னின்கள் உண்டாக்கப்படும்பொழுது அவைகள் தனிப்பட்ட டேன்னின் செல்கள் (tannin idioblasts) என்றும் கூறப்படுகின்றன. தனிப்பட்ட செல்கள் மற்ற செல்களை விட பெரிய அளவினதாகவும், நீண்டும், குழாய் போன்றும், மெல்லிய அல்லது தடிப்புற்ற செல்லுறைகளைக் கொண்டும் காணப்படுகின்றன.

2. லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (Laticifers): இவைகள் ஏறக்குறைய 900 பேரினங்களிலும், 12,500 சிற்றினங்களிலும் (ஒருவிதை இரு விதை தாவரங்கள் இரண்டிலும் சேர்ந்து) காணக்கிடக்கின்றன. இந்த பால் சுரப்பிகள், தனிப்பட்ட செல்களாகவோ, அல்லது பல செல்கள் இணைந்து உண்டான குழாய்களாகவோ காணப்படு கின்றன. இந்த வகை சுரப்பிகளில் சாதாரணமாக பால் போன்ற திரவம் அல்லது வெண்மையான திரவம் உண்டாகின்றது. சில வகை லேடக்ஸ் சுரப்பிகளில் காணப்படுகின்ற திரவம் மஞ்சள் அல்லது பழுப்பு அல்லது நிறமற்றதாக இருக்கக்கூடும். எப்படி யிருந்த போதிலும், சுரக்கப்படுகின்ற திரவம் லேடக்ஸ் (latex) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. ஒரு செடியினத்தைப் பொருத்த மட்டில் இவைகள் மேலே கூறப்பட்ட எந்த நிலையில் தோன்றியிருந் தாலும், கடைசியாக அவைகள் ஒரு சிக்கலான அமைப்பைப் பெற்று இனங்களின் பல உறுப்புக்களிலும் பரவி அமைந்திருக்கின்ற தைப் பார்க்க முடியும். இப்படி ஒரு சிக்கலான நிலைமையை கடைசியில் அடைந்த பிறகு, அவைகளின் அந்தமும், ஆதியும் கண்டு பிடிப்பது கடினமான காரியமாகின்றது. எப்படியிருந்த போதிலும், இவைகள் தோன்றுகின்ற முறையின் அடிப்படையில் இவைகளை இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு வகையை எளிய லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (simple laticifers) என்றும், மற்றொன்றை கூட்டு லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (compound laticifers) என்றும் கூறலாம். முன்வகை, ஒரு தனிப்பட்ட செல்லிலிருந்து தோன்றுகின்றது. லேடக்ஸ் சுரப்பிகளின் அமைப்பு வேறுபடுவதுபோல், அவை களினால் சுரக்கப்படுகின்ற பால் போன்ற திரவத்தின் அமைப்பும் வெவ்வாறாக இருக்கின்றது. மேலே கூறப்பட்ட பொதுப்படை இயல்புகள் ஒரு புறமிருக்க, மறுவகையில் இந்த லேடக்ஸ் சுரப்பி




படம் 13.1 நீரியும் ஒலியாண்டர் (Nerium oleander) இளம் இலைக் காம்பின் குறுக்கு வெட்டு (X 32).

படம் 13.2 ரிஸினுஸ் கொம்மூனிஸ் (Ricinus communis) பூப்புறம்பான தேன் சுரப்பியின் குறுக்கு வெட்டு விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படம் 13.3 கோல்க்கிக்குப் (Colchium sp.) தேன் சுரப்பியின் புறத்தோல் பரப்புத் தோற்றம்.

படம் 13.4 ஸிரோபீஜியா (Ceropegia sp.) நறுமணச் சுரப்பிகளின் வெட்டுத் தோற்றம்.

படம் 13.5 ஸித்ருஸ் (Citrus) தேன் சுரப்பியின் புறத்தோலின் ஒரு பகுதி.

படம் 13.6 ஸாக்ஸிஃபிராகா லிங்குலாதா (Saxifraga lingulata) இலை நீர்ச் சுரப்புகளின் நீள்போக்கு வெட்டு.

கொ.ர். கொல்லீட்டர்கள்; ஸ். ஸ்படிகம்; சை. சைலம்; நா. நாக்ளியஸ்; சு.பு. சுரக்கும் புறத்தோல்; எ. எபிதம்; து. துவாரம்; நீ.கு. நீர்க்குழி.

களையெல்லாம் ஒன்று சேர்த்து ஒப்பிட்டு ஆராய்ந்து பார்த்தால், இவைகளையெல்லாம் சரிவர வரையறுத்தும், இலக்கணம் கூறியும் பாகுபடுத்துவது மிகவும் கடினமான காரியமாகும். ஏனென்றால், சில உதாரணங்களில், சாதாரண பாரங்கைமா ஸெல்கள் பால் போன்ற திரவத்தை உண்டாக்கவும், அவைகள் படிப்படியாக மாறி உண்மையான பால் சுரப்பிகளுடன் ஒரு தொடர்ச்சியான தொடர்புற்றும் காணப்படுகின்றன. வேறு சில சமயங்களில், இந்த லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் வேறு வகையான தனிப்பட்ட ஸெல்களுடன் தொடர்பு கொண்டிருப்பதையும் பார்க்கமுடிகின்றது.

**லேடக்ஸ் சுரப்பிகளின் பாகுபாடு (Classification of laticifers):** இவைகளின் அமைப்பை ஆதாரமாகக்கொண்டு இவைகள் ஒட்டி இணைந்த லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (articulated laticifers) என்றும், ஒட்டி இணையாத லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (non-articulated laticifers) என்றும் இரு வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டிக்கின்றன. இவைகளில் முதல் வகை, தோற்றத்தைப் பொருத்தமட்டில், கூட்டாக, அதாவது, பல ஸெல்களாகத் தோன்றி, பிறகு நாளடைவில் அவைகள் ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணைந்தும், உயரப்போக்கில் அமைந்தும், அவைகளுக்கிடையே அமைந்திருக்கின்ற தடுப்புறைகள் (partition walls) மறைந்தும், அல்லது, தடுப்புறைகள் மறையாமல் திறவுகளைப் பெற்றும் (perforated) உண்டாகின்றன. கடைசியாக அவைகள் பார்ப்பதற்கு குழாய்கள் போன்றும், வெஸல்கள் போன்றும் காணப்படுகின்றன (படங்கள் 13.11-13.4). ஆனால், இணையாத லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் தனிப்பட்ட ஸெல்களிலிருந்து உண்டாகி, அவைகளில் ஏற்படுகின்ற தனிப்பட்ட, குறிப்பிடத்தக்க சிறப்பான வளர்ச்சியின் காரணமாக அவைகள் மேலும் வளர்ந்தும், நீண்டும், கிளைகளுற்றும் (branched), கடைசியாக இவ்வாறு ஏற்பட்டவைகளெல்லாம் ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணையாமலும், குழாய் போன்ற அமைப்பை அடைகின்றன. இவைகளுக்கிடையே காணப்படுகின்ற அமைப்பின் வேறுபாடுகளைப் பொருத்து இவைகளை மேற்கொண்டு உட்பிரிவுகளாகவும் பிரிக்கலாம். உதாரணமாக, இணைந்த லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் நீண்டதொரு ஸெல் தொடர்ச்சியாகவும் அல்லது, கூட்டு குழாய்களாகவும் இருந்து பக்கத்திலிருப்பவைகளுடன் ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணையாமலும், அல்லது, இணைந்து தொடர்பு கொண்டும் பார்ப்பதற்கு ஒரு வலை போன்ற அமைப்பைப் பெற்றும் இருக்கக்கூடும். இந்த அடிப்படைகளில் முன் வகையை, ஒட்டி பின்னப்படாத லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (articulated non-anastomosing laticifers) என்றும், பின்வகையை ஒட்டிப் பின்னப்பட்ட லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (articulated anastomosing laticifers) என்றும் மேற்கொண்டு

பிரித்தறிய முடியும். இது போன்று, இணையாத லேடக்ஸ் சுரப்பி களிலும் இரு உட்பிரிவுகளைக் காணலாம். இவைகள், கிளையுருமல் நீண்ட நேரான குழாய்கள் போன்று இருக்கலாம் அல்லது, இவை கள் அடிக்கடி கிளைகளுற்று ஒரு சிக்கலான குழாய் போன்று தொகுப்புகளாகவும் இருக்கலாம். இவைகளில் முதல் வகை ஒட்டி இணையாத கிளையற்ற லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (non-articulated unbranched laticifers) என்றும், பின் வகை ஒட்டி இணையாத கிளையுற்ற லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (non-articulated branched laticifers) என்றும் கூறப்படுகின்றன. மேலே கூறப்பட்ட பிரிவுகளுக் கான உதாரணங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

1. ஒட்டி இணைந்த பின்னப்பட்ட லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (Articulated anastomosing laticifers):

தராக்சாகும் (Taraxacum); காரிக்கா பாப்பாயா (Carica papaya); ஆர்கிமோன் (Argemone); ஹிவியா (Hevea); மாணிஹாத் (Manihot).

2. ஒட்டி இணைந்து பின்னப்படாத லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (Articulated non-anastomosing laticifers):

இப்போமியா (Ipomaea); கொன்வோல்வுலுஸ் (Convolvulus); அக்ராஸ் ஸபோத்தா (Achras sapota); அல்லியும் (Allium); மூஸேஸி (Musaceae);

3. ஒட்டி இணையா கிளையுற்ற லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (Non-articulated branched laticifers):

யூஃபோர்பியா (Euphorbia); அஸ்கிலி பியாஸ் (Asclepias); நீரியும் ஒலியாண்டர் (Nerium oleander); ஃபிக்கூஸ் (Ficus).

4. ஒட்டி இணையா கிளையற்ற லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (Non-articulated unbranched laticifers):

வின்கா (Vinca); கன்னபிஸ் (Cannabis).

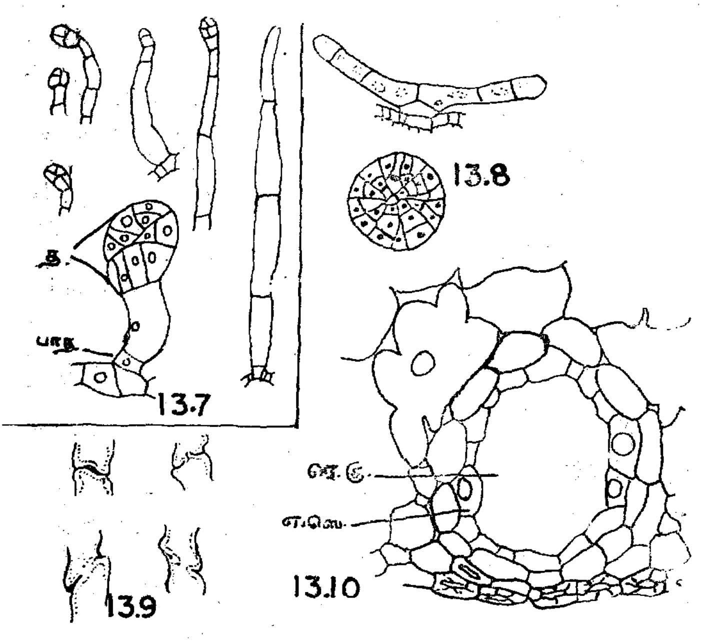
மேலே கொடுக்கப்பட்ட உதாரணங்களைக் கூர்ந்து ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது ஒரு முக்கிய உண்மை தெரிய வருகின்றது. ஒரு குடும்பத்தைச் சேர்ந்த வெவ்வேறு பேரினங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வகை இருப்பதாகத் தெரிவதோடல்லாமல் (உதாரண மாக: யூஃபோர்பியேஸி (Euphorbiaceae) குடும்பத்தின் யூஃபோர் பியா என்ற பேரினத்தின் இணையாத லேடக்ஸ் சுரப்பிகளும், அதே குடும்பத்தின் ஹிவியா (Hevea) என்ற பேரினத்தில் இணைந்த லேடக்ஸ் சுரப்பிகளும்), ஒரு குடும்பத்தில் ஒரு சில பேரினங்களில் மட்டும் உண்டாகின்ற நிலையிலும், மேலும் இப்படிப்பட்ட குடும்பங் களையெல்லாம் ஒன்று சேர்த்துப் பார்க்கும்பொழுது அவைகளுக்

கிடையே உறவு அற்ற, ஒன்றுக்கொன்று சம்பந்தப்படாத நிலையிலிருப்பதும் தெரியவருகின்றது. தோற்ற வரலாறு பரிணாம போக்கில் நோக்கும்பொழுது இந்த லேடக்ஸ் சுரப்பிகளும், அவைகளின் வகைகளும் பல தடவைகளிலும், வெவ்வேறு காலங்களிலும் தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்ற எண்ணம் இயற்கையாக எழுகின்றது.

லேடக்ஸ் (latex) என்ற பொருள் திரவ நிலையை அடிப்படையாகப் பெற்றிருப்பதோடல்லாமல் அதில் பல நுண்ணிய அனங்ககத் தூள்கள் மிதந்து கொண்டுமிருக்கின்றன. இந்த அடிப்படையான திரவம், ஸெல்லின் சாறாக (cell sap) கருதப்படுகின்றது. இவ்வாறு கருதப்படுவதற்கு முக்கிய காரணம் சாதாரண உயிருற்ற ஸெல்லுறைப் பொருள்கள் பல வகையினதாக இருப்பதுபோல் இதிலும் பல வகைப் பொருள்களான சர்க்கரைப் பொருள்கள் (கொம்போஸித்தி-Compositae), புரதம் (ஃபிக்கூஸ்-Ficus), அமிலங்கள், உப்புக்கள் ஆல்கலாய்ட்கள் (பப்பாவர்-Papaver), என்ஸைம்கள் (கேரிக்கா-Carica), கொழுப்பு, எண்ணெய்கள், வைட்டமின்கள் (யூஃபோர்பியா-Euphorbia), டேன்னின்கள் (மூஸா-Musa), மூஸிலேஜ்கள், ரப்பர், ரெஸின்கள் முதலியன மிதந்து காணப்படுகின்றன. தரசமணிகள் (starch grains), யூஃபோர்பியா (Euphorbia) என்னும் பேரினத்தின் சிற்றினங்களைப் பொருத்து அதன் லேடக்ஸில் வெவ்வேறு விசித்திரமான வடிவங்களையுடையவைகளாக அடங்கியிருக்கின்றன (படம் 2.18). பெரும்பாலானவைகளில் ரப்பர் என்ற பொருள் லேடக்ஸில் காணப்பட்ட போதிலும், அவைகளில் ஒரு சிலவற்றில்தான் வர்த்தகத் துறையில் பயன்படுத்தக் கூடிய அதிக அளவிற்கு இந்தப் பொருள் கிடைக்கின்றது. உதாரணமாக, ஹிவியா (Hevea) என்ற பேரினத்தில் 40-50 சதவிகிதம் இந்தப் பொருள் லேடக்ஸில் உண்டாகின்றது. எ.மை. (E.M.) தோற்றத்தில் ரப்பர், மிக நுண்ணிய (0.75 மைக்கிரான் குறுக்களவு) வட்ட வடிவமான தூள்களாகக் காணப்படுகின்றன. லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் வெட்டுறும்பொழுது, லேடக்ஸ் உடனடியாக ஒருவித அமுக்கத்தினால் வெளிப்படுத்தப்படுகின்றது. சாதாரண நிலையில் உறுப்புக்களினுள் அமைந்திருக்கும்பொழுது, அவைகள் ஒருவகை இறுக்கத்தில் (tension) இருக்கின்றபோதிலும், அவைகளைச் சூழ்ந்திருக்கும் பாரங்கைமா திசுக்களுடன் ஒருவித நடுநிலை அல்லது ஒத்த நிலையில் (equilibrium) கூடி இணைந்து இருக்கின்றன. இறுக்கத்தின் அமுக்கத்தினால் லேடக்ஸின் ஓட்டம், இறுக்கம் நீக்கப்பட்ட காயத்தை நோக்கி செல்லுகின்றது.

ஸெல்லமைப்பு (Cell structure): ஒ.மை. (L.M.), எ.மை. (E.M.) உதவியைக் கொண்டு லேடக்ஸ் சுரப்பிகளின் ஸெல்களைப்

பார்த்தால், அவைகள் உயிருற்றவைகளாகவும், அவைகளின் சைட்டோபிளாஸம் செல்லுறைகளை அடுத்து அமைந்திருப்பதையும், நூக்ளியஸ்களைப் பெற்றும், லேடக்ஸ் என்ற சாற்றையும் ஒருங்கே பெற்றிருப்பதாகவும் தெரிய வருகின்றது. ஒட்டி இணையாத லேடக்ஸ் சுரப்பிகளில் அடிக்கடி நூக்ளியஸ் பிரிதலினுல் (வளர்ச்சியின் அறிகுறியாக) அவைகள் பல நூக்ளியஸ்களைக் கொண்ட செல்களாகக் காணப்படுகின்றன. இப்படி, பல நூக்ளியஸ்களைப் பெற்றுள்ள ஒவ்வொரு செல்லும் ஸீனேசைட் (coenocyte) என்றழைக்கப்படுகின்றது. இது போன்ற நூக்ளியஸ்கள் அடங்கிய நிலை ஒட்டி இணைந்த லேடக்ஸ் சுரப்பிகளில் காணப்பட்




படம் 13.7 நிக்கோத்தியானு தபாக்கும் (Nicotiana tabacum) சாதாரண சுரக்கும் கேசங்கள்.

படம் 13.8 ஹிமுலுஸ் (Humulus) மைய இணைவு சுரக்கும் கேசத்தின் வெட்டு (X 15.3). பரப்பு நோக்கு (X 306).

படம் 13.9 அல்லியும் ஸிபா (Allium cepa) லேடக்ஸ் குழாய்களின் நுனி உறைகளில் திறவுகள் உண்டாகின்ற நிலைகள்.

படம் 13.10 பீனுஸ் (Pinus) இலையின் குறுக்கு வெட்டில் ரெஸின் குழாயின் தோற்றம் (X 408).

த. தலை; பாத. பாதம்; எ.செ. எபிதீலியல் செல்; ரெ.கு. ரெஸின் குழாய்.

டாலும், அந்நிலை முன்னதைப் போலல்லாமல் வேறொரு வகையி லுண்டாகின்றது. உதாரணமாக, இந்த ஒட்டியிணைந்த லேடக்ஸ் சுரப்பிகளில் நூக்ளியஸ் பிரிவதற்குப் பதிலாக செல்கள் பல ஒன்று சேர்ந்து இணையும்பொழுது அவைகளின் தடுப்புறைகள் மறைந்து, நூக்ளியஸ் அடங்கிய சைட்டோபிளாஸமும் இணைகின்ற காரணத் தினால் பல நூக்ளியஸ்களைப் பெற்றிருக்கக்கூடிய நிலைமை ஏற்படு கின்றது. இளம் லேடக்ஸ் சுரப்பிகளில் நூக்ளியஸ்கள் நன்கு தெரி கின்றன. ஆனால், அவைகள் முதிர்ச்சியடைந்த பிறகு அவைகளின் தோற்றம் லேடக்ஸினால் மங்கி விடுகின்றது.

**செல்லுறைகளின் அமைப்பு (Structure of cell walls):** லேடக்ஸ் சுரப்பிகளின் செல்லுறைகள் லிக்னின் என்ற பொருள் கலவாமலும், மெல்லியதாகவோ அல்லது, சிறிது தடிப்புற்றோ இருக்கின்றன. ஆனால், செல்லுறைகளின் தடிப்புத் தன்மை யினளவு அவைகளின் வயதைப் பொருத்து அதிகரிக்கக் கூடும். சாதாரணமாக, செல்லுறைகளில் நீர்த்தன்மை அதிகமாகவும், செல்லுலோஸையும் (cellulose), அதிக அளவில் ஹெமிசெல்லு லோஸ் (hemicellulose), பெக்டிக் கூட்டுப் பொருள்களையும் (pectic compounds) பெற்றிருக்கின்றன. செல்லுறைகளில் தடிப்புத் தன்மை ஏற்படும்பொழுது அது சமமற்ற முறையில் ஏற்படுகின்றது. பிரைமரிக் குழிகள் (primary pits) அனேகமாக காணப்படுவதில்லை.

எ.மை. (E.M.) ஆய்வினால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட உண்மையின் அடிப்படையில் இவைகளின் செல்லுறைகள் செல்லுலோஸினா லான மூன்று அடுக்குறைகளாகவும், அவைகள் ஒவ்வொன்றும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தோன்றியும், ஒவ்வொரு அடுக்கின் மிக்ரோஃபைப்ரில்கள் (microfibrils) வெவ்வேறு விதமான ஓட்டத் துடன் அமைந்திருப்பதாகவும் தெரிகின்றது. இந்த மூன்று வேறு பட்ட தன்மைகளையுடைய செல்லுறை அடுக்குகள் முறையே, பிரைமரி, நடுநிலை பெற்றது (transitional), செகண்டரி அடுக்கு களென்று கூறப்படுகின்றன.

**வளர்ச்சி முறை (Development):** லேடக்ஸ் சுரப்பிகளை அவற்றின் தோற்றம், வளர்ச்சி முதலியவைகளின் அடிப்படையில் வேறுபடுகின்றதாக ஓரளவிற்கு ஏற்கனவே தெரிந்து கொண்டதற் கிணங்க, அவைகளின் வளர்ச்சி முறைகளைக் குறித்து விரிவாக அந்தந்த வகையின் கீழ் கவனிப்போம்.

**ஒட்டி இணையா கிளையுற்ற லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (Non-articulated branched laticifers):** இந்த வகை லேடக்ஸ் சுரப்பிகளைப் பெற் றிருக்கின்ற நீரியம் (Nerium), யுஃபோர்பியா (Euphorbia) என்ற

பேரினங்களில், கரு உண்டாகும்பொழுதே லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் ஒரு சில மூலங்களாக (primordia) கருவுடன் தோன்றுகின்றன. பிறகு, கரு வளர்ந்து செடி உண்டாகும்பொழுது இவைகளும் அத்துடன் கூடவே இணைந்து வளர்ந்து கடைசியில் கிளையுற்ற சிக்கலான தொகுப்பு ஏற்பட்டு செடி முழுதும் பரவுகின்றன. லேடக்ஸ் சுரப்பிகளின் மூலங்கள் யுஃபோர்பியாவின் (Euphorbia) சில சிற்றினங்களில் நான்காகவும், வேறு சிலவற்றில் எட்டாகவும் (நான்கு ஜதைகளாக) இன்னும் சிலவற்றில் பலவாகவும் தோன்றி அவைகளெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து அரைவட்ட வடிவமாகவோ, அல்லது முழு வட்ட வடிவமாகவோ அமைந்திருக்கின்றன. இந்த மூலங்கள் பல பக்கங்களில் நீண்டும், அவைகளின் நுனிப்பாகங்களிலேற்படுகின்ற நுழைவு வளர்ச்சியின் (intrusive growth) மூலம் சூழ்ந்திருக்கின்ற செல்களினூடே சென்று பரவுகின்றன (படம் 13.13). லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் நான்கு ஜதை குழாய்களாக உண்டாகின்ற பேரினங்களாகிய (கரு உண்டான பிறகு) நீரியும் (Nerium), யுஃபோர்பியா (Euphorbia) முதலியவற்றில் அவைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் வேர் தண்டின் நுனி ஆக்குத்திசுக்களை (root and shoot apical meristems) வந்தடைகின்றன. இந்த வகையில், லேடக்ஸ் சுரப்பிகளுக்கும், ஆக்குத்திசுக்களுக்கும் ஒருதொடர்பு இருக்கின்ற காரணத்தால், ஆக்குத்திசுவினால் செடிகள் வளர்ச்சியடைந்து வரும்பொழுது, இவைகளும் பின்தொடர்ந்து, அதே காலத்தில் அத்துடன் வளர்ச்சி அடைந்துகொண்டு வருகின்றன. மேலும், பக்கவேர்களும் (lateral-roots), கோண மொட்டுகளும் (axillary buds) உண்டாகும்பொழுது கூட நுழைவு வளர்ச்சியின் காரணமாக லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் அவைகளிலும் சென்று பரவுகின்றன. இந்த வகை லேடக்ஸ் சுரப்பிகளில் இரு வகையான முறைகளில் வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றன. ஒரு வகையில், நுழைவு வளர்ச்சியினால் மேற்கொண்டு நீளுவதற்கும், அதே சமயத்தில், ஒத்த வளர்ச்சியினால் (symplastic growth) சூழ்ந்திருக்கின்ற திசுக்களுடன் ஒத்து வளர்வதற்குமான நிலையிலும் இவைகள் வளர்கின்றன. மேலும் ஆராயும்பொழுது, லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் பிரைமரி உறுப்புக்களிலும் மட்டும் உண்டாகி பரவுவது மாத்திரமல்லாமல், செகண்டரி வளர்ச்சியும், செகண்டரி திசுக்களும் உண்டாகும்பொழுதுங்கூட, அவைகளினூடே சென்று பரவுகின்றன. ஒட்டி இணையா லேடக்ஸ சுரப்பிகள், அவைகளைச் சூழ்ந்திருக்கும் திசுக்கள் உயிருற்ற நிலையிலிருக்கின்ற வரையிலும் வளர்ந்து வருகின்றன என்றும், ஏனையத் திசுக்கள் இறந்துபடும்பொழுது, இவைகளும் கூடவே இறந்து படுகின்றனவென்றும், ஆனால், இந்த உயிரற்ற நிலையடைந்த பிறகு சுரப்பிகள் உயிருற்ற ஏனைய திசுக்களுடன் மீண்டும் இணையும்பொழுது, இவைகள் புத்

துயிர் அடைகின்றனவென்றும், சமீப காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப் பட்ட உண்மைகளாகும்.

**ஒட்டி இணையா கிளையற்ற லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (Non - articulated unbranched laticifers)** : இந்த வகை லேடக்ஸ் சுரப்பிகளின் வளர்ச்சி முறை முன்னதைவிட எளியதாக இருக்கின்றது. இந்த வகை சுரப்பிகளின் மூலங்கள், முன்வகையினதைப் போன்று, கரு உண்டாகும்பொழுது ஏற்படுவதில்லை. இதற்குப் பதிலாக, வளர்ந்து வருகின்ற தண்டிலோ அல்லது, வேரிலோ தோன்றுகின்றன. இது போன்று ஒவ்வொரு தடவையும் நுனி ஆக்குத்திசுவை அடுத்து உட்புறத்தில் கீழ்பக்கமாக புதிய மூலங்கள் தோன்றுகின்றன. பிறகு அவைகளில் ஒவ்வொன்றும் நீண்டு கிளையற்ற குழாய்களாக, நுழைவு வளர்ச்சி, ஒத்த வளர்ச்சி உதவியினால் முழு வளர்ச்சியுறு கின்றன (உதாரணம்: வின்கா Vinca) (படம் 13.14).

**ஒட்டி இணைந்த பின்னப்பட்ட லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (Articulated anastomosing laticifers** படம் 13.11) : ஒட்டி இணைந்த லேடக்ஸ் சுரப்பிகளின் வளர்ச்சி முறை மேற்கூறப்பட்ட இருவகைகளிலிருந்து முற்றிலும் வேறுபட்டதாகும். இவைகளில், தனிப்பட்ட செல்கள் மேன்மேலும் வளர்ந்து ஒரு பரந்த சிக்கலான தொகுப்பாக உண்டா வதைப் போலல்லாமல், மூலங்கள் புதிதாக அப்பொழுதுக்கப் பொழுது உண்டாகி, ஏற்கனவே இருக்கின்றவைகளுடன் சேர்க்கப் படுவதினால், இவ்வகை லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் தோன்றுகின்றன. இப்படிப்பட்ட வளர்ச்சி முறையை ஹிவியா (Hevea), மாணிஹாத் (Manihot) பேரினங்களில் காணலாம். இந்த வகை லேடக்ஸ் சுரப்பிகளின் மூலங்கள் விதையிலைகளையடுத்துள்ள கீழ்ப்பாகத்தி லும், விதை இலைகளிலும் முதன் முதலாக தோன்றுகின்றன. இந்த மூலங்கள் உயரப்போக்கில் வரிசைக்கிரமமாக அமைந்திருப்ப தோடல்லாமல், அவைகளின் குறுக்குத் தடுப்புகள் தொடக்கத்தில் மறையாமல் அப்படியே இருக்கின்றன. ஆனால், விதை முளை விடுகின்றபொழுது, குறுக்குத் தடுப்புறைகள் உள்ளிழுக்கப்பட்டு (resorption) மறைந்து வெஸல் போன்ற அமைப்பைப் பெறுகின் றன. கருவிலிருந்து வளர்ந்து வரும்பொழுது ஆக்குத்திசு செல்கள் வளர்ச்சி மாற்றங்களை அடைந்து மீண்டும் மீண்டும் லேடக்ஸ் சுரப்பி வெஸல்களைத் தோற்றுவிப்பதினால் அவைகள் விரிவடைகின்றன. ஆதலால், இந்த வகை லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் புதிதாகத் தோன்று கின்ற உறுப்புக்களைப் பொருத்தும், கீழிருந்து மேலாக அவைகளின் நுனி பாகங்களை நோக்கியும் உண்டாகிக் கொண்டிருக்கின்றன. இந்த வளர்ச்சி மாற்றத்தின் போக்கு, ஒட்டி இணையாத கிளையுற்ற

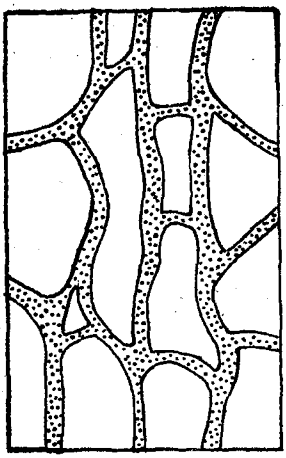
லேடக்ஸ் சுரப்பிகளில் ஏற்படுவதற்கு ஒத்ததாக இருப்பினும், இது தனிப்பட்ட ஸெல்கள் அடுத்தடுத்து அடைகின்ற மாறுதல்களினுல் இந்த வகை லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் உண்டாகின்றன. இந்த இணைந்த லேடக்ஸ் சுரப்பி ஸெல்கள் அடுத்தடுத்து, ஒன்றின் பக்கத்தில் ஒன்ருக அமைந்திருக்கும்பொழுது, இவைகளுக்கு இடைப்பட்ட பொது ஸெல்லுறை உள்ளிழுக்கப்பட்டு மறைந்து விடுகின்றது (படம் 13.9). இதுபோல் வளர்ந்து வருகின்ற ஏதாவது இரண்டு பால் சுரப்பிகளுக்கிடையே சாதாரண ஸெல்கள் இருக்க நேர்ந்தால் அவைகளும் லேடக்ஸ் சுரப்பிகளாக மாற்றமடைவதினுலும், அல்லது, ஏற்கனவே உண்டான லேடக்ஸ் சுரப்பி ஸெல்கள் பக்க வாட்டில் புடைப்புகளைத் (protruberances) தோற்றுவிப்பதினுலும் பக்கத்தில் அடுத்தடுத்து இருக்கின்ற லேடக்ஸ் சுரப்பிகளும் இணைக் கப்படும்பொழுது, வலை போன்ற பின்னப்பட்ட லேடக்ஸ் சுரப்பி களின் தொகுப்பு ஏற்படுகின்றது.

ஒட்டி இணைந்த பின்னப்படாத பால்சுரப்பிகள் (Articulated non -anastomosing laticifers) : இவைகளின் வளர்ச்சி முறை ஒட்டி இணைந்து பின்னப்பட்ட லேடக்ஸ் சுரப்பிகளைப் போன்று இருந் தாலும், இவைகள் வளர்ந்து வருகின்றபொழுதும், அல்லது குறிப் பிட்ட எந்த நிலையிலும், காலத்திலும், மற்றவைகளுடன் தொடர்பும், இணைப்பும் ஏற்படாத நிலையில் உண்டாகின்றன (படம் 13.12).

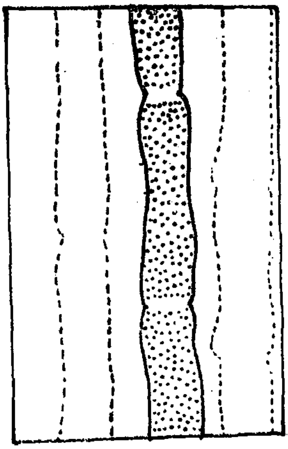
லேடக்ஸ் சுரப்பிகளின் அமைவு (Arrangment of laticifers) : அனேகமாக, லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் ஒரு செடிஇனத்தின் எல்லா உறுப் புக்களிலும் பரவியிருப்பதாகக் கருதப்படுகின்றன. ஆனுல், சில வேளைகளில், ஏதாவதொரு குறிப்பிட்ட திசுவுடன் மட்டுந்தான், குறிப்பாக, ஃபுளோயத்துடன் சாதாரணமாக கலந்திருக்கும். ஒட்டி இணையா கிளையுற்ற லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் பொதுவாக, வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுக்கு வெளிப்புறமாக யுஃபோர்பியா (Euphorbia), ஃபிக் கூஸ் (Ficus) பேரினங்களில் அமைந்திருக்கின்றன. இந்தப் பகுதி களிலிருந்து இவைகள் கிளையுற்று தண்டின் புறணி (cortex) பாகத்திலும், சில வேளைகளில் பித் (pith) பாகம் வரையில் வாஸ் குலார்த் தொகுப்பு இடைப்பட்ட பகுதிகளின் வழியாக ஊடுருவிச் சென்று பரவுகின்றன. சில சமயங்களில், புறணி பாகங்களிலிருக் கின்ற லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் மேற்கொண்டு பரவி புறத்தோலை அடைவதுமுண்டு. இந்த வகை லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் இலைகளிலும் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றன. இலைகளில் பரவியிருக்கும் பொழுது அவைகள் ஒரு ஒழுங்குற்ற முறையில் வாஸ்குலார்த் திசுக்களைத் தொடர்ந்தும், மீஸோஃபில்லுக்குள் (mesophyll)

கிளையுற்றும், பிறகு, கடைசியாகப் புறத்தோலை அடைவதுமுண்டு. ஃபிக்கூஸ் (Ficus) என்னும் பேரினத்தில், இவைகள் புறத்தோல் செல்களின் வழியாகப் புகுந்து கூட்டிக்கிலை அடைவதும், கடைசியாக கூட்டிக்கிலுக்கும், புறத்தோல் அடுக்கிற்கும் இடையே அமைந்திருப்பதையும் சாதாரணமாகக் காணலாம். வின்கா (Vinca), கன்னபிஸ் (Cannabis) பேரினங்களிலிருக்கின்ற ஒட்டி இணையா கிளையற்ற லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் பிரைமரி ஃபுளோயத்தில் மட்டும் அமைந்து செகண்டரி திசுக்களில் உண்டாவதில்லை. ஏறக்குறைய இந்த வகை அமைவு மாற்றங்களை ஒட்டி இணைந்த லேடக்ஸ் சுரப்பிகளின் அமைவிலும் காணலாம். குறிப்பாக, ஹிவியா (Hevea) பேரினத்தில் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க அளவில் அதிகமாக ரப்பரைப் பெற்றிருக்கின்ற லேடக்ஸ் உண்டாவதற்குக் காரணம், அதனுடைய செகண்டரி ஃபுளோயத்தில் அடுத்தடுத்து லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் ஒழுங்காகத் தோன்றிக் கொண்டே இருப்பதினாலாகும்.

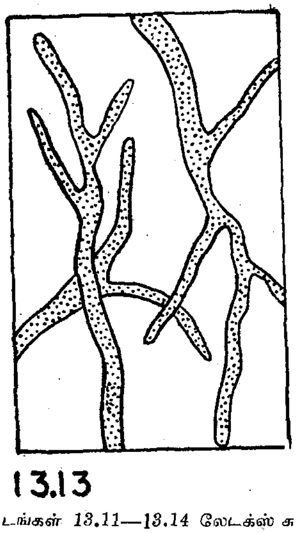
பதினேழாம் நூற்றாண்டில் இந்தத் திசுவைக் குறித்து ஒரு விசித்திரமான எண்ணம் இருந்து வந்திருக்கின்றது. திசுவிலடங்கியிருக்கும் லேடக்ஸ், வெட்டப்பட்டவுடன் உடனடியாக வெளிப்படுவதினாலும், திரவ நிலையிலிருப்பதினாலும், பால் போன்ற வெண்மை நிறத்துடன் இருப்பதினாலும் முன்காலத்து தாவர இயல் நிபுணர்கள் இதை பிராணிகளின் இரத்த ஓட்டத்திற்கும், அதன் அமைவிற்கும் ஒப்பிட்டுக் கருதிக்கொண்டிருந்தார்கள். ஆதலால், லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் உயிர் சத்துப் பொருளைப் பெற்றிருக்கின்ற செல்களென்று அழைக்கப்பட்டும் வந்தது. இந்த கருத்து நாளடைவில் மாறி, இவைகள் வாஸ்குலார்த் திசுக்களில் ஒன்றான ஃபுளோயத்தின் சல்லடைக் குழாய்களுடன் சம்பந்தப்பட்டவைகளென்ற கருத்து உதயமாயிற்று. தற்காலத்தில் கருதப்பட்டு வருகின்ற உண்மையின் அடிப்படையில் இவைகள் ஒரு தனிப்பட்ட சிறப்பான இயல்புகளையுடைய அமைப்புகள் என்றும், சல்லடைக் குழாய்த் திசுக்களிலிருந்து மாறுபட்டவைகளென்றும், ஏனைய சுரக்கும் அமைப்புகள் எல்லாவற்றிலும் இருந்து இவைகள் மாறுபட்ட வகைகள் என்றும் தெரியவந்தது. எப்படியிருந்தபோதிலும், ஒரு செடி இனத்தைப் பொருத்து இவைகள் செய்துவருகின்றவேலைகள் என்ன என்பதைக் குறித்து இன்று வரையிலும் அறுதியிட்டு உறுதியாகக் கூறமுடிவதில்லை. இவைகள் செய்கின்ற செயல்களைக் குறித்து பல மாறுபட்ட கருத்து வேறுபாடுகள் நிலவுகின்றன. அவைகளாவன : (1) இவைகள் உணவுப் பொருளைச் செலுத்துகின்ற வேலையை செய்து வருகின்றனவென்றும், (2) இவைகள் உணவுப் பொருள்களை சேமித்து வைப்பதற்கு உதவுகின்றனவென்றும், (3) லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் செடிகளின் நீர் சமநிலையை ஒழுங்கு படுத்துகின்ற



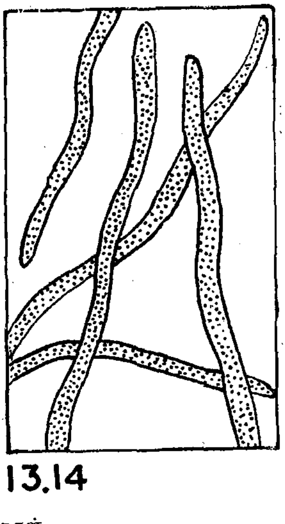
13.11



13.12



13.13



13.14

படங்கள் *13.11—13.14* லேடக்ஸ் சுரப்பிகளின் வகைகள்.

13.11 ஸொங்குஸ் ஒலிரேஸியுஸ் (**Sonchus oleraceous**) ஒட்டிப் பின்னப்பட்ட லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (X 93).

13.12 அல்லியும் ஸீபா (**Allium cepa**) ஒட்டிப் பின்னப்படாத லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (X 98).

13.13 யுஃபோர்பியா (**Euphorbia sp.**) ஒட்டி இணையாத கிளையுற்ற லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (X 86).

13.14 வின்கா (**Vinca**) ஒட்டி இணையாத கிளையற்ற லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (X 86).

செயலில் பங்கு பெறுகின்றனவென்றும், (4) பிராணவாயுவை இவைகள் எடுத்துச் செல்வதற்கு பயன்படுகின்றனவென்றும், (5) லேடக்ஸ் சுரப்பிகளில் அடங்கியிருக்கின்ற பொருள்கள் செடிகள் பயன்படுத்திக் கொண்டு அதன் விளைவாக செடிகள் பிராணிகளிடத்திலிருந்து காப்பாற்றிக் கொள்வதற்கு ஆதாரமாக இருக்கின்றனவென்றும், பலவகையான ஒன்றுக்கொன்று ஒவ்வாத கருத்து வேறுபாடுகள் இருந்து வருகின்றன. இருந்தபோதிலும், இவைகளைக் குறித்து அனைவரும் ஒப்புக்கொள்ளக்கூடிய கருத்தின் அடிப்படையில், இவைகள் வெளிப்படுத்தும் தொகுப்பாக (**excretory system**) செடிகளில் அமைந்து செயல்படுகின்றன என்பதாகும். மேலும், லேடக்ஸில் அடங்கியிருக்கின்ற பலதரப்பட்ட பொருள்களிலிருந்தும், அந்தப் பொருள்களின் வெவ்வேறு ரசாயன அமைப்பு மாறுபாடுகளையும் ஒருங்கே சேர்த்து சிந்தித்துப் பார்க்கும் பொழுது இந்த லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பல செயல்களைச் செய்து வருகின்றன என்ற எண்ணமும் எழுகின்றது.

## 14. பெரிடெர்ம் (Periderm)

இலக்கணமும் வரையறையும் (Definition & delimitation): பெரிடெர்ம் என்பது ஒருவகையான பாதுகாக்கும் திசுவாகும். பிரைமரி வளர்ச்சியினுலுண்டான புறத்தோல் அழிக்கப்பட்டு அதற்குப்பதிலாக, ஜிம்னோஸ்பர்ம்கள் (Gymnosperms), இரு விதையிலைத் தாவரங்கள் (Dicotyledons) ஆகியவற்றின் தண்டுகளிலும், வேர்களிலும் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் பொழுது உண்டாக்கப்படுகின்ற ஒரு கூட்டுத் திசுவாகும். இதை ஸெகண்டரி திசு (secondary tissue) என்று கூறுவதற்குக் காரணம், இது ஸெகண்டரி ஆக்குத்திசுக்களில் ஒரு வகையான ஃபெல்லோஜன் (phellogen) என்ற ஆக்குத்திசுவினுல் உண்டாக்கப்படுவதினுலாகும். இது போன்று ஃபெல்லோஜனுக்கு இலக்கணமும், வரையறையும் கூறவேண்டுமானுல், அது ஒரு ஸெகண்டரி ஆக்குத் திசு என்றும், கார்க் அல்லது ஃபெல்லம் (cork or phellem) என்று சொல்லப்படுகின்ற ஒருவகைத் திசுவை அதற்கு வெளிப் புறமாகவும், ஃபெல்லோடெர்ம் (phelloderm) என்ற திசுவை அதற்கு உட்புறமாகவும் உண்டாக்குகின்ற திசு என்பதாகும். ஆதலால், பெரிடெர்ம் ஒரு கூட்டுத் திசு என்று சொல்வதற்கேற்ப, அது, ஃபெல்லோஜன் என்ற ஸெகண்டரி ஆக்குத்திசுவையும், அதிலிருந்து உண்டாக்கப்பட்ட திசுத் தோன்றல்களான (tissue derivatives) ஃபெல்லம் அல்லது கார்க்கையும், ஃபெல்லோடெர்ம் திசுவையும் பெற்றிருக்கிறது. பெரிடெர்ம், ஃபெல்லோஜன், ஃபெல்லம் ஆகிய சொற்கள் கிரேக்க மொழியினின்றும் தோன்றியவைகளாகும். இவைகள், கிரேக்க மொழியின்படி, ஃபெல்லம் (phellem) என்ற சொல்லுக்கு கார்க் என்றும், ஜென் (gen) என்ற சொல்லுக்கு உண்டாக்குதல் என்றும், டெர்மா (derma) என்ற சொல்லுக்கு தோல் என்றும், பெரி (peri) என்ற சொல்லுக்கு சூழ்ந்த அல்லது சுற்றியுள்ள என்றும் பொருள்களாகும். ஃபெல்லோஜனுக்குக் கார்க் கேம்பியம் (cork cambium) என்ற மற்ருெரு பெயரும் உண்டு. ஏனென்ருல், இது கார்க் என்று சொல்லப்படுகின்ற ஒரு சிறப்பான திசுவை முக்கியமாக உண்டாக்குகின்றது.

மேலே கூறியபடி, பெரிடெர்ம் என்ற கூட்டுத் திசு சில வேளைகளில், நடைமுறையில், விஞ்ஞான அடிப்படைக்கு மாருக, பார்க் (bark) அல்லது பட்டை என்று கூறப்படுகின்றது. முன் அத்தியாயத்தில் குறிப்பிட்டபடி (ஃபுளோயம் பார்க்க) பார்க் அல்லது பட்டை என்ற சொல், வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்திற்கு வெளிப்புறமாக, ஸெகண்டரி, பிரைமரி வளர்ச்சியினுல் ஏற்பட்ட எல்லாவகைத் திசுக்களையும் குறிப்பதற்கு பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது. இந்தச் சொல் மற்ருெரு சந்தர்ப்பத்திலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அதாவது, ஃபெல்லோஜன் செயல்படுவதினுல், அதற்கு வெளிப்புறமாக, தண்டு, வேர்ப் பகுதிகளின் மேற்பரப்பில் சேர்ந்து கொண்டு வருகின்ற ஸெகண்டரி திசுக்களைக் குறிப்பதற்கும் பார்க் அல்லது பட்டை என்ற பெயர் வழங்கப்படுகிறது. பார்க் அல்லது பட்டை என்ற சொல் வேறு ஒரு நிலையிலும் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றது. அதாவது, பெரிடெர்ம் உண்டாகிக்கொண்டு வரும்பொழுது அதற்கு உட்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற உயிருள்ள திசுக்கள், உயிரற்ற கார்க் ஸெல்களினுல் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட பிறகு இவை இறந்துபடுகின்றன. இவ்வகையில் உண்டான இறந்துபட்ட திசுக்களையும், பெரிடெர்ம் திசு அடுக்குகளையும் ஒன்று சேர்த்து பொதுப்படையாக பார்க் அல்லது பட்டை என்று கூறுவதுதான் விஞ்ஞான அடிப்படையில் பொருத்தமானதாகும். ஆனுல், மேற்கூறியபடி ஒரு பரந்த நோக்குடன், வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்திற்கு வெளிப்புறமாக அமைந்துள்ள எல்லா திசு வகைகளையும், பெரிடெர்ம் முதலியவற்றையெல்லாம் ஒன்று சேர்த்து பொதுப்படையாகக் கூறவேண்டுமானுல், அப்பொழுது வெளிப் பட்டை (outer bark) என்ருே அல்லது ரைட்டிடோம் (rhytidome) என்ருே கூறலாம். ஆகவே, பெரிடெர்ம் என்பது ஸெகண்டரி கூட்டுத்திசு என்றும், அது புறத்தோலுக்குப் பதிலாகத் தோன்றி, ஸெகண்டரி வளர்ச்சியடைந்து வருகின்ற உறுப்புகளுக்குப் பாதுகாப்புத் திசுவாக அமைந்திருக்கிறதென்றும் கொள்ளவேண்டும். இதுபோல், பெரிடெர்ம் அடுக்குகளையும், இவைகளுக்கு உட்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற இறந்துபட்ட திசுக்களையும் ஒன்று சேர்த்து பார்க் அல்லது பட்டை என்று விஞ்ஞான அடிப்படையில் குறிப்பிடுவது சாலச் சிறந்ததாகும்.

**தோன்றுமிடம் :** பொதுவாகவும், சிறப்பாகவும் பெரிடெர்ம், ஸெகண்டரி வளர்ச்சியடைந்து கொண்டு வருகின்ற உறுப்புக்களின் மேற்பரப்புகளில் உண்டாகக்கூடும். சில வேளைகளில், ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படாத குறுஞ் செடிகளின், முதலில் உண்டான முதிர்ச்சியடைந்த உறுப்புக்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட சிறு அளவிற்கு

உண்டாகலாம். இரு விதையிலை மரங்களில் ஏற்படுகின்ற ஸெகண்டரி வளர்ச்சிக்கு ஒப்பான வளர்ச்சியேற்படாத ஒரு விதையிலைத் தாவரக் குடும்பங்களின் சிலவற்றில், உதாரணமாக, அரிக்கேஸி (Arecaceae), பாமி (Palmae), லிலியேஸி (Liliaceae), அகாவேஸி (Agavaceae) போன்றவைகளில் ஒரு வகையான குறுக்கு வளர்ச்சி ஏற்பட்டபோதிலும், அவைகள் எல்லாம் ஒரு வகையான பெரிடெர்முக்கு ஒப்பான பாதுகாப்புத் திசுவை உண்டாக்கிக் கொள்கின்றன. இலை, இலைபோன்ற உறுப்புக்களிலும், பூக்களிலும், கார்க் அல்லது ஃபெல்லம் உண்டாவதில்லை. ஆனால், குளிர்கால மொட்டுகளை (winter buds) மூடிக்கொண்டிருக்கின்ற செதில் களில் (scales) சிலவேளைகளில் கார்க்திசு உண்டாகலாம். கார்க்கும் பெரிடெர்மும், தாவர இனங்களின் உறுப்புக்களில் சில பாகங்கள் உதிர்ந்த பிறகு அப்பாகங்களிலும், பாகங்களிலும், காயம் ஏற்பட்ட பிறகு அந்தப் பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகளிலும் உண்டாவதுண்டு. காயத்தினால் பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகளில் உண்டாகின்ற கார்க் அல்லது பெரிடெர்ம், காய கார்க் அல்லது காய பெரிடெர்ம் (wound cork or wound periderm) என்று கூறப்படுகின்றது. சில வேளை களில், கார்க், ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் உட்பகுதியிலும் உண்டாக லாம். இதற்கு ஸைலம் இடைப்பட்ட கார்க் (interxylary cork) என்று பெயர் (படம்14.3).

உறுப்புக்களின் மேற்பரப்பில் பெரிடெர்ம் உண்டாகின்ற கால நிலை, இனங்களைப் பொருத்து மாறுபடுகின்றது. உதாரணமாக, உறுப்பில் ஸெகண்டரி திசுக்கள் உட்புறமாக கேம்பியத்திலிருந்து உண்டான பிறகும்கூட வெளிப்புறத்தில் பெரிடெர்ம் உடனடி யாகத் தோன்றுமல் சிறிது தாமதித்தும், அல்லது இவை (பெரிடெர் மும், ஸெகண்டரி திசுக்களும்) உடனடியாக ஒரே காலத்திலும், அல்லது பெரிடெர்ம், ஸெகண்டரி திசுக்கள் உண்டாவதற்கு முன் அல்லது, இளம் பாகங்களிலும் உண்டாகலாம். அதே சமயத்தில், விஸ்கும் (Viscum), மெனிஸ்பர்மும் (Menispermum), ஈலக்ஸ் (Ilex), ஆஸர் (Acer), ஸித்ருஸ் (Citrus), லாவுருஸ் (Laurus), யூகாலிப்துஸ் (Eucalyptus), அக்கேஸியா (Acacia) போன்ற பேரினங்களில் பெரி டெர்ம் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்பட்ட பிறகும் பல ஆண்டுகள் வரை உண்டாகாமல் இருக்கக்கூடும். இந்நிலை எவ்வாறு ஏற்படுகிற தென்பது குறித்து முன் அத்தியாயத்தில் தெரிந்து கொண்டோம் (புறத்தோல் - பார்க்க).

ஃபெல்லோஜன் (Phellogen): இந்த ஆக்குத்திசு எளியதொரு அமைப்பையும், வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்திலிருப்பதைப் போலல் லாமல், ஒரே ஒரு வகையான தோற்றுவிகளைப் பெற்றும் காணப்

படுகின்றது. இதில் அடங்கியிருக்கின்ற தோற்றுவிகள் குறுக்கு வெட்டில் பார்ப்பதற்கு நீண்ட சதுரமானதும், ஆரப்போக்கில் தட்டையுற்றதுமான ஒரு தோற்றத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. நீளப்போக்கு வெட்டுத்தோற்றத்தில் இவை நீண்ட சதுரமாகவோ அல்லது ஒரு ஒழுங்கற்ற வடிவத்துடனோ காணப்படும். இவைகளுடைய புரோட்டோபிளாஸம், சாதாரணமாக டேனின் என்ற பொருளும், வெவ்வேறு அளவில் சாற்றுக்குழிகளைப் பெற்றும் காணப்படுவதுண்டு. இவைகளில் ஸெல் பிரிதல் ஏற்படும்பொழுது, இதற்கு இரு பக்கங்களிலும் தோன்றல்கள் (derivatives) உண்டாகின்றன. ஸெல் பிரிதல்கள் எப்பொழுதும் பரிதிக்கு இணைப் போக்கில் அல்லது பெரிக்கிலேனல் ஸெல் பிரிதல்களின் மூலம் ஏற்படுகின்றன.

ஃபெல்லோஜனின் தோற்றம் (Origin of phellogen) : ஃபெல்லோஜன் என்பது ஒருவகை ஸெகண்டரி ஆக்குத்திசு என்ற இலக்கணத்திற்கேற்ப, இது, ஏற்கனவே உண்டாகியிருக்கின்ற திசுக்களிலிருந்து தோன்றுகின்றது. உதாரணமாக, புறத்தோலிலிருந்தும், அல்லது புறத்தோலுக்கடுத்துள்ள திசு அடுக்கிலிருந்தும், அல்லது புறணிபாகத்தில் வெவ்வேறு தூரத்திலுள்ள அடுக்குகளிலிருந்தும், அல்லது வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்திற்கு வெளிப்புறமாக அமைந்துள்ள, ஏதாவதொரு திசு அடுக்கிலிருந்தும் திசு அடுக்கு வளர்ச்சி மாறுபாடடைந்து, ஃபெல்லோஜன் தோற்றுவிக்கப்படலாம் என்று தாவர இனங்கள் பலவற்றை ஆராய்ந்து பார்த்ததின் மூலம் தெரியவருகின்றது. ஆதலால், ஃபெல்லோஜன் எப்பொழுதும் ஒரு குறிப்பிட்ட பாகத்திலிருந்தோ அல்லது திசு அடுக்கிலிருந்தோ உண்டாகின்றது என்று கூறிவிட முடியாது. ஃபெல்லோஜன் புறத்தோலிலிருந்து உண்டாவதற்கு நீரியும் ஒலியாண்டர் (Nerium oleander), பீருஸ் (Pyrus) இனங்களை உதாரணமாகவும், இது புறணியின் இரண்டாவது அல்லது மூன்றாவது அடுக்கிலிருந்து உண்டாவதற்கு (ரோபினியா ஸூடோ - அக்கேஸியா (Robinia pseudo - acacia), அரிஸ்தோலோக்கியா (Aristolochia), பீனூஸ் (Pinus), லாரிக்ஸ் (Larix) உதாரணங்களாகவும், இது வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தை அடுத்துள்ள திசு அடுக்கிலிருந்து உண்டாவதற்கு காமெல்லியா (Camellia), வித்திஸ் (Vitis), பூனிக்கா (Punica) முதலியவற்றையும், எரிக்கேஸி (Ericaceae) என்ற குடும்பத்தையும் உதாரணங்களாக கூறலாம்.

மேல்பரப்பு பெரிடெர்ம் (superficial periderm) என்பது தண்டு, வேர் ஆகியவற்றின் மேற்பரப்பிற்கு இணையாக தோன்றுகின்றன. இதை அடுத்தடுத்து உண்டாகின்ற பெரிடெர்ம்கள் இரு

முறைகளில் உண்டாகலாம். ஒரு முறையின்படி, இரண்டாவதாகவும், அடுத்தடுத்து உண்டாகின்றவைகளும், முதன் முதலாக உண்டான பெரிடெர்மைப்போல தண்டு, வேர் பாகங்களைச் சுற்றிலும் தொடர்ச்சியாக ஏற்படுவதாகும். இரண்டாவது முறையின்படி, பெரிடெர்ம்கள் தொடர்ச்சியற்ற அடுக்குகளாகவும், தண்டு, வேர் ஆகியவற்றின் பரிதியின் (circumference) வெவ்வேறு பகுதிகளில் உண்டாவதாகும். இந்த முறையிலுண்டான பெரிடெர்ம்களை குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, அவைகளில் அடுத்தடுத்து உட்புறமாகத் தோன்றுகின்றவைகளின் மேல் வெளிப்புறமாகத் தோன்றுகின்றவைகள் ஒன்றின் மேலொன்று படிந்து செதில்கள் அல்லது கிளிஞ்சல்கள் (scales or shells) போன்ற தோற்றத்தைப் பெற்றிருப்பதைப் பார்க்கலாம் (14.4).

மேலே கூறியபடி, ஃபெல்லோஜன், உறுப்புக்களின் வெவ்வேறு வகையான திசுக்களிலிருந்தும், திசு அடுக்குகளிலிருந்தும், உண்டாகிறதென்பதைத் தெரிந்து கொண்டோம். இவ்வாறு தோன்றும் பொழுது, ஃபெல்லோஜனைத் தோற்றுவிக்கின்ற ஸெல்கள் உயிருற்ற நிலையிலிருந்து தலைகீழ் மாற்றங்களை (dedifferentiation) அடைந்து, பெரிக்கிலைனல் ஸெல் பிரிதல்கள் அடைந்து ஃபெல்லோஜன் உண்டாகின்றது. இந்த முதல் பெரிக்கிலைனல் ஸெல் பிரிதலினுல் இரு சமமான ஸெல்கள் உண்டாகி, அவைகளில் உட்புறமாக ஏற்பட்டவை மேற்கொண்டு ஸெல் பிரிதலடையாமல், ஃபெல்லோடெர்ம் ஸெல்லாக மாறுபடுகின்றது. ஆனுல் வெளிப்புறத்தை நோக்கி உண்டாகியிருக்கும் ஸெல் ஃபெல்லோஜன் ஸெல்லாக மாறி, மேற்கொண்டு இரண்டாவது தடவையாக பெரிக்கிலைனல் ஸெல் பிரிதலடைகின்றது. இந்த இரண்டாவது ஸெல் பிரிதலினுலும் இரு சமமான ஸெல்கள் உண்டாகி, இவைகளில் உட்புறமாக ஏற்பட்ட ஸெல் ஃபெல்லோஜன் ஸெல்லாகவும், இதற்கு வெளிப்புறமாகத் தோன்றிய ஸெல் வளர்ச்சியும், முதிர்ச்சியுமடைந்து கார்க் அல்லது ஃபெல்லம் ஸெல்லாகவும் மாறுகின்றது. சில வேளைகளில், மேற்குறிப்பிட்ட நிகழ்ச்சிகளுக்கு மாருக, முதலாவதாக ஏற்படுகின்ற ஸெல் பிரிதலின் மூலம் ஃபெல்லோடெர்ம் ஸெல்களுக்குப் பதிலாக கார்க் ஸெல் ஏற்படுவதுமுண்டு. எப்பொழுதும் அடுத்தடுத்து பெரிக்கிலைனல் ஸெல் பிரிதல் ஃபெல்லோஜனில் ஏற்பட்டாலும் அது தன்னைத்தானே பெருக்கிக் கொள்வதற்கும், விரிவடைவதற்கும் அப்போதைக்கப்போது, ஆண்டிக்கிலைனல் ஸெல் பிரிதல் ஏற்படுகின்றது.

இப்பொழுது ஃபெல்லோஜன் என்ற ஸெகண்டரி ஆக்குந்திசுவை வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் என்ற ஆக்குத்திசுவுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது இவைகளுக்கிடையே ஒற்றுமைகளும்,

வேற்றுமைகளும் இருப்பதைக் காணலாம். உதாரணமாக, இவை களிரண்டும் செகண்டரித் திசுக்களை பெரிக்கிலைனல் செல் பிரிதலின் மூலம் உற்பத்தி செய்து பெருக்குவதிலும், தன்னைத்தானே பெருக்கிக் கொள்வதிலும் (ஆண்டிகிலைனல் செல் பிரிதலின் மூலம்) இவைகளுக்கிடையே ஒரு ஒற்றுமையைக் காணமுடிகின்றது. ஆனால் ஃபெல்லோஜன், முதிர்ச்சியுற்ற திசுக்களிலிருந்து தோன்றுவதி னாலும், ஒரே ஒருவகையான தோற்றுவிகளைப் பெற்றிருப் பதினாலும், தோற்றுவிகளின் வடிவத்தினாலும் இது வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்திலிருந்து வேறுபடுகின்றது.

கார்க் அல்லது ஃபெல்லம் செல்களுண்டாவதற்கு ஏற்படு கின்ற செல் பிரிதல்களின் எண்ணிக்கை ஃபெல்லோடெர்ம் செல் களுண்டாவதற்கு ஏற்படுகின்றதை விட சாதாரணமாகக் கூடுத லாகவே ஏற்படுகின்றது. சில உதாரணங்களில், ஃபெல்லோடெர்ம் செல்களே உண்டாகாமலும் போகலாம். மேலும் பார்க்கப் போனால், ஓராண்டில் ஏற்பட்டு ஆரப்போக்கில் அமைந்திருக்கின்ற கார்க் செல்களின் எண்ணிக்கையை (குறுக்கு வெட்டில்) கணக் கிட்டுப் பார்க்கும்போது அவை, இனத்திற்குத் தக்கவாறு இரண்டி லிருந்து இருபது வரை வேறுபடலாம். வர்த்தகத் துறையில் பயன் படும் கார்க்கைக் கொடுக்கக்கூடிய குயொர்குஸ் ஸுபர் (Quercus suber) என்பதில் மேல்பரப்பில் சேர்கின்ற கார்க்கின் அளவு அதிக மாக இருக்கின்றது. பொதுவாக, வேர்களிலுண்டாகும் கார்க் மெல்லியதாக இருப்பதற்குக் காரணம் அவைகளைச் சுற்றி விரைவில் அழிவை ஏற்படுத்துகின்ற நிலத்தின் சூழ்நிலைகள் காரணமாகும்.

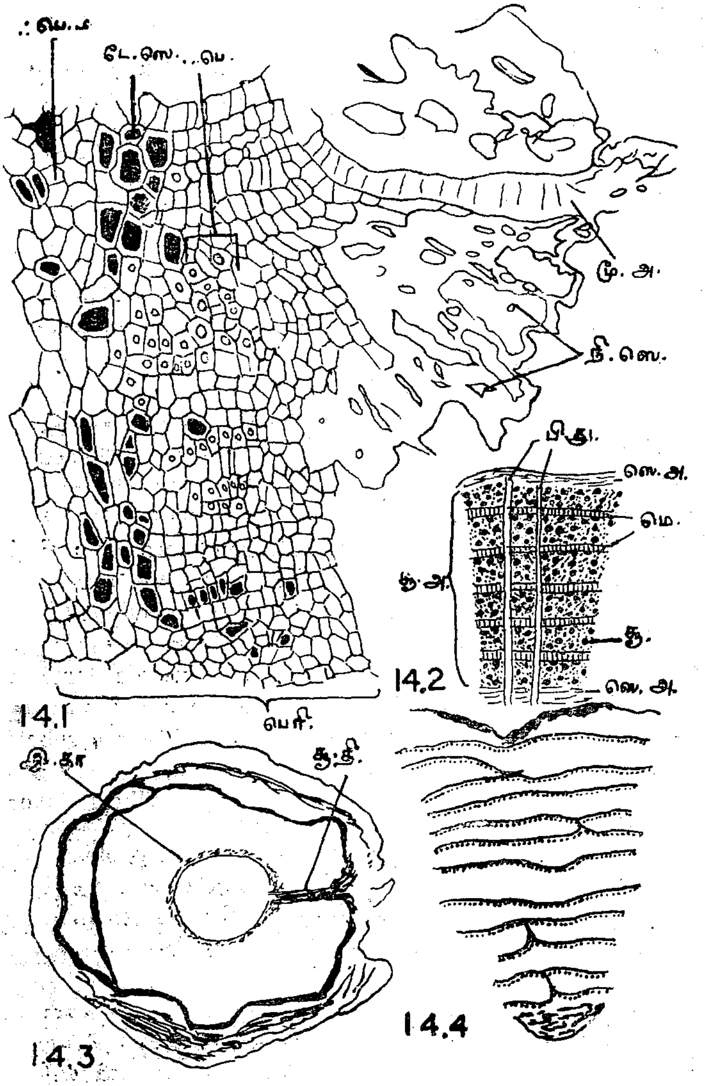
குயொர்குஸ் ஸுபர் (Quercus suber) என்ற கார்க் மரத்தில் (cork tree), ஃபெல்லோஜன் முதலில் புறத்தோலில் தோன்று கின்றது. இந்த முதல் ஃபெல்லோஜனும், அதனால் தோற்றுவிக்கப் பட்ட பெரிடெர்மும் பல ஆண்டுகள் வரை அப்படியே நிலைத்து விடுகின்றது. ஆனால், வர்த்தகமுறையில் அதிக அளவிற்கு கார்க் தோற்றுவிக்கப்பட வேண்டுமானால், முதலில் உண்டான பெரிடெர்மை அகற்றிவிட வேண்டும். பெரிடெர்ம் அகற்றப்படும் போது மரம் ஏறக்குறைய இருபது ஆண்டுகள் நிறைவுற்றும், சுமார் 40 செ.மீ. குறுக்களவையும் பெற்றிருக்க வேண்டும். இந்த நிலை களில் பெரிடெர்ம் அகற்றப்பட்ட பிறகு, ஃபெல்லோடெர்மும் அதற்கு உட்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற புறணியின் செல்களும் காற்று வெளியுடன் சம்பந்தப்படுவதினால் உலர்ந்து இறந்துபடு கின்றன. அதனால் புதிதாகத் தோன்றுகின்ற ஃபெல்லோஜன், மேற்கூறப்பட்ட புறணி செல்களுக்கு உட்புறமாக, ஆழத்தில்

அமைந்திருக்கின்ற புறணியின் உயிருற்ற ஸெல்களிலிருந்து தோன்ற வேண்டிய நிலையேற்படுகின்றது. இவ்வாறு இரண்டாவதாக உண்டான ஃபெல்லோஜன் செயலிலீடுபட்டு, முதலில் உண்டான ஃபெல்லோஜன் தோற்றுவித்த கார்க்கின் அளவைவிட இப்பொழுது அதிக அளவில் ஏற்படுகின்றது. இவ்வாருக, மேன் மேலும் ஒவ்வொரு தடவையும் உண்டான பெரிடெர்மை உரித்து எடுக்க எடுக்க உண்டாகின்ற கார்க்கின் தன்மையும், அளவும், முந்திய நிலைகளிலுண்டானதைவிட அதிகப்படியாக கிடைக்கின்றது. வர்த்தகத்துறையில் கார்க்கை வேண்டிய அளவிற்குப் பெற மேற்கூறப்பட்ட முறை கையாளப்படுகின்றது.

முதன் முதலாக உண்டாகின்ற பெரிடெர்ம்களும், இவைகளை அடுத்தடுத்து ஏற்படுகின்ற பெரிடெர்ம்களும், தோன்றுகின்ற நிலை தாவர இனங்களைப் பொருத்து மாறுபடுகின்றது. சில சமயங்களில், ஒரே சிற்றினத்தைச் சார்ந்த வெவ்வேறு செடிகளில் வெவ்வேறு நிலையிலும், காலத்திலும் உண்டாகலாம். இவ்வாறு, காலப்போக்கில் மாறுபட்டு வெவ்வேறு நிலைகளில் பெரிடெர்ம்கள் உண்டாவதற்குக் கூறப்படும் காரணங்களில் சூழ்நிலை முக்கியமானது என்று கருதப்படுகின்றது. ஃபாகுஸ் (Fagus), ஆபிஸ் (Abies), கார்ப்பினுஸ் (Carpinus) குயெர்குஸ் (Quercus) போன்ற பேரினங்களில் முதன்முதலாக மேற்பரப்பிலுண்டான பெரிடெர்ம் பல ஆண்டுகளுக்கு அப்படியே நிலைத்து விடுகின்றது. இதுபோல, தண்டுகள், வேர்கள் ஆகியவற்றின் உட்புறத்தில் ஆழமான திசுப் பகுதிகளிலிருந்து உண்டான பெரிடெர்ம்களும் நீண்ட காலத்திற்கு தொடர்ந்து நிலையாக அமைந்திருக்கின்றன. உதாரணமாக, ரீபிஸ் (Ribes), பெர்பெரிஸ் (Berberis) பூனிக்கா (Punica) போன்ற பேரினங்களைக் கூறலாம். இந்த இருவகையான நிலைகளில், முதன் முதலாக ஏற்பட்ட பெரிடெர்ம்கள், பல ஆண்டுகளுக்கு நிலைத்திருக்கின்ற தாவர இனங்களின் உதாரணங்கள் ஒருபுறமிருக்க, மறுபுறத்தில் கவனிக்கும்போது, அனேகமாக எல்லா தாவர இனங்களிலும், முதன்முதலில் உண்டான பெரிடெர்ம் (மேற்பரப்பில் தோன்றியதாக இருந்தாலும், அல்லது உட்புறத்தில் ஆழமான பாகத்திலிருந்து தோன்றியதாக இருந்தாலும்), அடுத்தடுத்து மேற்கொண்டு உட்புறமிருந்து தோற்றுவிக்கப்படுகின்ற பெரிடெர்ம்களினுல் அகற்றப்படுகின்றன என்பது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்ச்சியாகும். சில வேளைகளில், நோய்களினுலும். வேறு பல வகையான புறக்காரணிகளினுலும் (external agents) பாதிக்கப் படும்பொழுது பெரிடெர்ம்களுண்டாகின்ற இயற்கையான முறைகள் தாமதப்பட்டோ அல்லது விரைந்தோ ஏற்படுவதுண்டு.

ஃபெல்லம் அல்லது கார்க் (Phellem or cork) : ஃபெல்லம் அல்லது கார்க் செல்களுக்குரித்தான பாதுகாப்பு கொடுக்கக்கூடிய சிறப்பான தன்மை ஏற்பட்டிருப்பதற்கு முக்கியமான காரணம், அவைகளின் செல்களில் படிந்துள்ள ஸுபரின் (suberin) என்ற பொருளாகும். ஸுபரின், செல்கள் வளர்ந்து முழு உருவத்தை அடைவதற்கு முன்னதாகவே அவைகளின் செல்லுறைகளில் படிவதற்கு தொடங்குகிறது. சில வேளைகளில், செல்கள் முழுவதும் விரிவடைந்த பிறகு ஸுபரின் படிவதுமுண்டு. ஸுபரின், செல்லுலோஸ் உறையின்மீது உட்புறமாக படிவதினால், குறிப்பிட்ட அளவில் ஸுபரின் அடுக்குகள் உண்டாகின்றன. அதிக அளவில் தடிப்புற்ற கார்க் செல்களில் ஸுபரின் அடுக்குகளின் மேல் மேற்கொண்டு உட்புறமாக செல்லுலோஸ் படிகின்றது. இந்நிலையில், அதாவது, ஸுபரின் அடுக்கு உட்புறம் நோக்கி உண்டாகின்ற செல்லுலோஸ், லிக்னின் என்ற பொருளுடன் கலந்து படிகின்றது. எப்படியிருந்தபோதிலும், செல்லுறைகளில்,குழிகள் காணப்படுவதில்லை.

கார்க் செல்லுறைகளை எ.மை. (elecron microscope E.M.) உதவி கொண்டு ஆராயும்பொழுது, அவைகளில் பிளாஸ்மோடெஸ் மட்டாக்களும், அவைகளை பெற்றிருக்கின்ற நுண்துளைகளும் இருப்பதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. மேலும், செல்லுறைப் பாகத்தைப் பொருத்தமட்டில், அதில், நடு அடுக்கும் (middle lamella), இதையடுத்து உட்புறமாக செல்லுலோஸினாலான செல்லுறை அடுக்கும், பிறகு இதையடுத்து ஸுபரின் நுண் அடுக்கும் (suberin lamella), மெழுகு அடுக்கும் (wax lamella) மாறிமாறி அமைந்திருக்கின்ற அமைப்பைக் கொண்ட ஸுபரின் அடுக்கும் (suberin layer), இவைகளுக்கெல்லாம் மேலாக, உட்புறத்தில் கடைசியாக படிந்திருக்கின்ற மற்றொரு செல்லுலோஸ் அடுக்கும் காணப்படுவதாகக் கூறப்பட்டிருக்கிறது (படம் 14.2). படத்தில் காட்டியிருப்பது போல் இரு செல்லுலோஸ் அடுக்குகளுக்கிடைப்பட்ட பாகத்தில் பல ஸுபரின், மெழுகு நுண்ணடுக்குகளை மாறிமாறி அமைந்திருக்கின்ற அமைப்பைப் பெற்றுள்ள மிக அகலமான ஸுபரின் அடுக்கை பார்க்கலாம் (படம் 14.2). மேலும், ஏற்கனவே குறிப்பிட்டபடி, இப்படிப்பட்ட செல்லுறையில் பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டாக்களின் துளைகள் காணப்படுகின்றன (படம் 14.2). சில தாவர இனங்களின் உண்மையான கார்க் திசுக்களில் ஸுபரின் என்ற பொருள் கலவாத செல்லுறைகளைப் பெற்றிருக்கக் கூடிய செல்களும் கலந்திருக்கும். ஆனால், அவைகள் வேறு வழிகளில் பார்ப்பதற்கு கார்க் செல்கள் போன்று காணப்படுகின்றன. இப்படிப்பட்ட செல்களுக்கு ஃபெல்லாய்ட்கள் (phelloids) என்று பெயர். இந்த




படம் 14.1 தெஸ்பீஸியா போப்புல்னியா (Thespesia populnea) பட்டையின் குறுக்கு வெட்டு (X 108). விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படம் 14.2 கார்க் ஸெல்லின் ஸூபெரின் கலந்த ஸெல்லுறையின் அமைப்பு. விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படம் 14.3 ஆர்த்திமீஸியா ஹெர்போ-ஆல்பா (Artemesia herbo-alba) இரண்டு

யைதுத் தண்டின் குறுக்கு வெட்டு (X 10). சைலமிடைப்பட்ட கார்க் வட்டத்தைக் காணவும்.

படம் 14.4 பீனுஸ் (Pinus) செதில் வடிவ ரைட்டிடோமின் குறுக்கு வெட்டு (X 4). பெரிடெர்ம்கள் ஒவ்வொரு வட்டத்திலும் புள்ளிகளால் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஃபெ.ம். ஃபெல்லோடெர்ம்; டே.செ. டேன்னின் செல்; ஃபெ. ஃபெல்லம்; மூ.அ. மூடு அடுக்கு; நி.செ. நிரப்பும் செல்கள்; பெரி. பெரிடெர்ம்; பி.து. பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டாக்களின் துளைகள்; செ.அ. செல்லுலோஸ் அடங்கிய அடுக்கு; மெ. மெழுகு அடுக்கு; ஸ-பெ.அ. ஸுபெரின் அடுக்கு; ஸ-பெ. ஸுபெரின்; இ.கா. சைலமிடைப்பட்ட கார்கி; ஸ-பெ.தி. ஸுபெரின் கலந்த திசு.

ஃபெல்லாய்ட்கள் வெவ்வேறு அமைப்பு, அளவு பெற்றும், காணப்படுகின்றன. இவை சில வேளைகளில் ஸ்கிலரங்கைமா (sclerenchyma) போன்று தடிப்புற்றும் உண்டாகியிருக்கலாம்.

பொதுவாக, கார்க் செல்களின் உறைகள் பழுப்பு அல்லது மஞ்சள் நிறத்தைப் பெற்றிருக்கும். சில வேளைகளில் நிறமற்று இருக்கக் கூடும். நிறம் ஏற்படுவது ரெஸின், டேன்னின் போன்ற கூட்டுப்பொருள்களை செல்லுறைகள் பெற்றிருப்பதைப் பொருத்திருக்கின்றது. முதிர்ச்சியும், பக்குவமும் அடைந்த கார்க் செல்கள், புரோட்டோபிளாஸத்தை இழந்து உயிரற்றவைகளாக மாறி விடுவதுடன், அவை காற்றினாலும் அல்லது மேலே குறிப்பிட்ட பொருள்களினாலும் நிரப்பப்பட்டு விடுகின்றன. பாட்டில்களுக்கும், வேறு பல வேலைகளுக்கும் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்ற கார்க்கின் செல்கள் மெல்லிய செல்லுறைகளையும் அதே சமயத்தில் காற்றினால் நிரப்பட்ட செல்லுறைகளையும் பெற்றிருக்கின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

கார்க்கினுடைய இயற்கையான குணாதிசயங்கள் என்னவென்றால், நீரையும், எண்ணெயையும் உட்புறம் புக அனுமதிப்பதில்லை. இது என்ஸைம்களினால் (enzymes) அழிக்கப்படாதது. காற்று நிரம்பிய கார்க் செல்கள் மிகவும் லேசானதாகவும், வெப்பத்தைத் தாங்கக்கூடிய இயல்பையும் பெற்றிருக்கின்றன.

ஃபெல்லோடெர்ம் (Phelloderm) : ஃபெல்லோடெர்ம் செல்கள் பொதுவாக புறணித் திசுக்களின் செல்களில் காணப்படுகின்ற செல்லுறை அமைப்பையும் செல்லடக்கப் பொருள்களையும் (cell contents) பெற்றிருக்கின்ற வகையில் இவ்விரண்டிற்குமிடையே ஒரு ஒற்றுமையை காண முடிகின்றது. ஆனால் தோற்றங்களைப் பொருத்தமட்டில், இவையிரண்டும் முறையே வேறுபடுகின்றன. இவ்வாறிருக்க, ஃபெல்லோடெர்ம் செல்களின் உருவம் ஃபெல்லோஜன் அல்லது கார்க் கேம்பியத்தின் செல்களை ஒத்திருக்

கின்றன. ஃபெல்லோடெர்ம் ஸெல்கள், ஆரப்போக்கில் ஒரு ஒழுங்கான சீர்வரிசையுடன் அமைந்திருப்பதிலிருந்து இவைகளை எளிதில் கண்டு கொள்ளலாம். இந்த ஒழுங்குற்ற ஆரப்போக்கு அமைவு முறை, ஃபெல்லோடெர்ம் ஸெல்கள், ஃபெல்லோஜன் என்ற ஆக்குத்திசுவிலிருந்து பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் ஸெல் பிரிதல்கள் ஏற்படுவதினால் உண்டாக்கப்பட்டவைகள் என்பதை மறைமுகமாக உணர்த்துகின்றது (படம் 14.1).

ஹிப்பிரிக்கேஸி (Hypericaceae), மிர்த்தேஸி (Myrtaceae), ஒனக்ரேஸி (Onagraceae), ரோஸேஸி (Rosaceae) ஆகிய குடும்பங்களின் வேர்களிலும், நிலத்தின் கீழிருக்கின்ற தண்டுகளிலும், பாலிடெர்ம் (polyderm) என்று சொல்லப்படுகின்ற ஒருவகை பெரிடெர்ம் உண்டாகின்றது. பாலிடெர்மில் ஸுபரினால் ஆன ஸெல்லுறைகளைக்கொண்ட ஸெல்களையும், ஸுபரினலாகாத ஸெல்லுறைகளைக்கொண்ட ஸெல்களையும் காணலாம். இவைகளில், ஸுபரினலாகாத ஸெல்லுறைகளைக் கொண்ட ஸெல்கள் உணவைச் சேமித்து வைக்கப் பயன்படுகின்றன. இந்த இருவகை ஸெல்களைக் கொண்ட பாலிடெர்மில், ஸுபரினலாகாத ஸெல்லுறைகளைக் கொண்ட ஸெல்களின் அடுக்குகள் தான் மற்றதை விட அதிகமாக இருக்கின்றன. மேலும், இவைகளில் வெளிப்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற சில அடுக்குகளிலுள்ள ஸெல்கள் மட்டும் உயிரற்ற நிலையில் காணப்படுகின்றன. ஆனல், இவைகளுக்குட்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற ஸெல்களெல்லாம் (ஸுபரினலான ஸெல்லுறைக் கொண்ட ஸெல்களுட்பட) புரோட்டோபிளாஸத்தைப் பெற்று உயிருற்ற நிலையிலிருக்கின்றன.

பெரிடெர்ம், ரைட்டிடோம் (Rhytidome) இயல்புகளும், அமைப்பு வேறுபாடுகளும்: பெரிடெர்ம், ரைட்டிடோம் என்பவைகள், ஃபெல்லோஜன் தோன்றுகின்ற திசுப்பகுதிகளைப் பொருத்தும், அகற்றப்படுகின்ற பிரைமரி திசுக்களின் அளவைப் பொருத்தும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று வேறுபடுகின்றது. ஃபெல்லோஜன், தண்டு அல்லது வேர்ப்பாகங்களின் மேலெழுந்தவாரியாகத் (superficial) தோன்றி செயல்படும்பொழுது ஃபெல்லோஜனுக்கு வெளிப்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற பிரைமரி திசுக்களான புறத்தோலும், அல்லது ஒன்றிரண்டு புறணித் திசு அடுக்குகளும் அகற்றப்படுகின்றன. இதனல், ஃபெல்லோஜனிலிருந்து புதிதாக உண்டான ஃபெல்லம் அல்லது கார்க் இப்பொழுது வெளிப்படுத்தப்படுகின்றது. இந்த நிலையைப் பெற்றுள்ள தண்டுகளில், வேர்களில் ரைட்டிடோம் உண்டாகவில்லையென்று தெரிந்து கொள்ள வேண்டும்.

ஃபெல்லோஜன், தண்டுகளிலும், வேர்களிலும், முன்னுல் கூறப் பட்டது போல் மேலெழுந்தவாரியாக உண்டாகாமலும், உட்புற மாகவும், ஆழமான திசுப் பகுதிகளிலிருந்து உண்டாகும்பொழுதும், அவ்வாறு உண்டான பிறகு ஃபெல்லோஜன் செயல்பட்டு, அதற்கு வெளிப்புறமாக அதிக அளவில் அமைந்திருக்கின்ற பிரைமரி திசுக்கள் அகற்றப்படுமேயாஞல், இந்த உறுப்புக்களிலெல்லாம் ரைட்டிடோம் உண்டாகியிருக்கின்றது என்று கூறப்படுகின்றது.

பெரிடெர்ம்கள், ரைட்டிடோம்கள் பல வகையானதாகவும், சில சமயங்களில் விசித்திரமான வெளித் தோற்றத்தையும், உள்ள மைப்பையும் பெற்றிருக்கின்றன. இவைகளின் வெளித்தோற்ற மும், உள்ளமைப்பும் சில குடும்பங்களில், அல்லது பேரினங்களில், அல்லது சிற்றினங்களில் அவைகளுக்கே உரித்தான சிறப்பியல்பு களுடன் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். பெரிடெர்ம்களில் வெளிப்புறமாக நீக்கப்பட்டு வருகின்ற உயிரற்ற திசு அடுக்குகள் வெளிப் பட்டை (outer bark) என்று கூறப்படுகின்றது. இந்த வெளிப் பட்டை வழவழப்பாகவும், அல்லது கரடு முரடாகவும், செதில்கள் போன்றும், வலைகள் போன்றும், இறக்கை போன்றும், வளையங்கள் போன்றும், சுருளாகவும், பேப்பர் போன்றும் இன்னும் இன்னோரன்ன வெளித் தோற்றங்களைப் பெற்றும் காணப்படு கின்றன. ஒவ்வொரு தடவையும் பெரிடெர்ம்களின் உயிரற்ற வெளிப்புற திசு அடுக்குகள், ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட திசு அடுக்கினு லும், முறையினுலும் நீக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக, இந்த நீக்கப்படுதல், மெல்லிய ஸெல்லுறைகளைக் கொண்ட கார்க் ஸெல்களினுல் ஏற்படலாம், அல்லது, ஃபெல்லாய்ட்களிலிருக்கின்ற பகுதிகளில் ஏற்படலாம்.

ஏற்கனவே கூறியபடி, ஒரு விதை இலைத்தாவர இனங்களில், இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் பெரிடெர்ம்களுக்கு நிகரான பாதுகாப்புத் திசுக்கள் உண்டாவதில்லை என்பதாக தெரிந்து கொண்டோம். கலாமுஸ் (Calamus) என்ற பேரினத்தில் முதன் முதலாக உண்டான புறத்தோல் கடினத்தன்மையடைந்து, நீண்ட ஆண்டுகளுக்கு நிலைத்து பாதுகாப்புத் திசுவாக செயல்படுகின்றது. இன்னும் சில பேரினங்களில் (உதாரணமாக, டீஃபா (Typha), லிவிஸ் தோனியா (Livistonia), ஃபினிக்ஸ் (Phoenix) புறணிபாகத்திலிருக் கின்ற ஸெல்களின் ஸெல்லுறைகளில் ஸூபரின் உண்டாவதினுல் அவைகள் பாதுகாப்புத் திசுவாக மாறிவிடுகின்றன. மேலும், வாஷிங்தோனியா ஃபிலிஃபராவில் (Washingtonia filifera) ஸெல் லுறைகள் தடிப்புற்றும், மேற்கொண்டு அதிக அளவில் ஸ்கிலரங்

கைமா போன்ற செல்லுறைகளைப் பெற்றும் பாதுகாப்பு திசுவாக செயல்படுகின்றது. டிரஸினு (Dracaena), கோர்டிலின் (Cordyline), யுக்கா (Yucca) போன்றவைகளில், வேறு ஒரு வகையில், ஒரு வகையான கார்க் போன்ற திசு உண்டாகி பாதுகாப்பை அளிக்கின்றது. இந்த பேரினங்களின் பாரங்கைமா செல்கள், அடிக்கடி செல் பிரிதலுற்றும், இதன் விளைவாகத் தோன்றுகின்ற தோன்றல்கள் உண்மையான கார்க் செல்களைப் போன்ற ஸுபரினுலான செல்லுறைகளைப் பெறுவதின் மூலம் ஒரு வகையான கார்க் போன்ற திசு உண்டாகின்றது. இந்த வகையான பாதுகாப்பு திசுவிற்கு அடுக்குற்ற கார்க் (storied cork) என்று பெயர். இதற்கும், உண்மையான கார்க்கிற்கும், ஒரு முக்கியமான வேறுபாடு உண்டு. உண்மையான கார்க் அல்லது ஃபெல்லம் ஒரு தனிப்பட்ட ஆக்குத்திசுவாகிய ஃபெல்லோஜனிலிருந்து உண்டாகிறது. ஆனல், அடுக்குற்ற கார்க் சாதாரண பாரங்கைமா செல்கள் தலைகீழ் வளர்ச்சி மாற்றங்களை (dedifferentiation) அடைந்து, அடிக்கடி செல் பிரிதல்களுற்று, இந்த வகையான கார்க் உண்டாகின்றது.

**லென்டிஸெல்கள் (Lenticels):** லென்டிஸெல்கள் என்பது சாதாரணமாக தாவர இனங்களின் வேர்களிலும், தண்டுகளிலும் உண்டான பெரிடெர்ம்களின் மேற்பரப்பில் காணப்படுகின்ற அமைப்புகளாகும். இவைகள் பார்ப்பதற்கு, லென்டில் என்ற விதையின் வடிவத்தைப் (அவரை விதையைப் போன்றிருக்கும்) பெற்றிருப்பதினுல், இவைகளுக்கு இப்பெயர் வந்தது. இவைகளின் அமைப்பை வெளிப்புறத்திலிருந்து உற்றுநோக்கும்பொழுது, அவைகளில் பல்லாயிரக்கணக்கான செல்கள் நெகிழ்வுற்ற நிலைகளிலிருப்பதாகக் காணலாம். சில வேளைகளில், இவைகள் நுண்ணிய தூள்கள் போன்றும் காணப்பட்டு வெளிப்படுத்தப்படுகின்றன. செல்கள் இவ்வாறு அமைந்திருக்கின்ற காரணத்தினுல் இவைகளுக்கிடையே செல்லிடை வெளிகள் அதிக அளவில் உண்டாகி இருக்கின்றன. செல்லிடை வெளிகளின் மூலம் காற்று பரிமாற்றம் ஏற்படுகின்றதென கருதப்படுகின்றது. லென்டிஸெல்கள், பெரிடெர்மில் குறுக்காகவும் அல்லது, நெடுக்காகவும் அமைந்திருக்கலாம். எப்படி இருந்தபோதிலும் இவைகள் வெளிப்பட்டை பாகத்தின் மட்டத்திலிருந்து சிறிது உயர்த்தப்பட்டு, சிறுகரணைகளாக அல்லது முடிச்சுகளாக அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. லென்டிஸெல்கள் கண்ணுக்குப் புலப்படாத சிறிய அளவிலிருந்து, ஏறக்குறைய ஒரு செ.மீ. அளவு வரையிலிருக்கலாம்.

**லென்டிஸெல்களின் வளர்ச்சி முறை (Development of lenticels):** முதன் முதலாக தோன்றுகின்ற லென்டிஸெல்கள் (குறிப்பாக பெரிடெர்ம்கள் புறத்தோலுக்குக்கீழ் உட்புறமாக அமைந்

திருக்கின்ற திசு அடுக்குகளிலிருந்து உண்டாகும்பொழுது), இவைகள் ஸ்டோமாட்டாவை அடுத்து கீழ்ப்புறமாக உண்டாகின்றன. சில வேளைகளில், ஸ்டோமாட்டா இல்லாத பகுதிகளிலிருந்தும் லென்டிஸெல்கள் தோன்றலாம். லென்டிஸெல்கள், தண்டைப் பொருத்தமட்டில் வெவ்வேறு வளர்ச்சி நிலைகளில் உண்டாகலாம். உதாரணமாக, தண்டில் பிரைமரி வளர்ச்சி முடிவடைவதற்கு முன்பும், அல்லது பெரிடெர்ம் தோன்றுவதற்கு முன்பும், அல்லது பிரைமரி வளர்ச்சி முடிவுற்ற பிறகும், பெரிடெர்மும், லென்டிஸெல்களும் ஒரே காலத்திலும் உண்டாகலாம். முதன் முதலாக, ஸ்டோமாட்டாவிற்குக் கீழ்ப்புறமாக உண்டாகியிருக்கின்ற ஸ்டோமாட்டா அறைகளைச் சுற்றியுள்ள பாரங்கைமா ஸெல்கள் வெவ்வேறு போக்கில் ஸெல் பிரிதல்களை அடைந்து, அவைகளில் அடங்கியிருக்கின்ற பசுங்கனிகங்களை ஸெல்கள் இழக்கின்றன. இதனால் நிறமற்ற, நெகிழ்வுற்ற திசு உண்டாகின்றது. மேலும், ஸெல் பிரிதல்கள் தொடர்ந்து உண்டாகி, கடைசியில், ஆழத்தில் அமைந்திருக்கின்ற புறணி பாரங்கைமா ஸெல்களும் ஸெல் பிரிதலுறுகின்றன. இந்த நிலையில், ஸெல் பிரிதல்கள் வெவ்வேறு போக்கில் ஏற்பட்டுக் கொண்டு வந்த நிலைமாறி, இப்பொழுது ஸெல்களெல்லாம் பெரிக்லைனல் ஸெல் பிரிதல்களின் மூலம் பிரிவுபட்டு லென்டிஸெல் ஃபெல்லோஜனைத் (**lenticel phellogen**) தோற்றுவிக்கின்றன. இதுவும் கேம்பியம், ஃபெல்லோஜன் போன்று பக்கவாட்டில் காணப்படுகின்ற ஸெகண்டரி ஆக்குத்திசுவாகும். முதன் முதலாக, பாரங்கைமா ஸெல்களில் வெவ்வேறு போக்கில் ஏற்பட்ட ஸெல் பிரிதல் மூலம் உண்டான ஸெல்களும், இப்பொழுது லென்டிஸெல் ஃபெல்லோஜனால் வெளிப்புறமாக ஏற்படுகின்ற பெரிக்லைனல் ஸெல் பிரிதல்களின் மூலம் தோன்றல்களும் ஒன்று சேர்ந்து நிரப்பும் ஸெல்கள் (**complementary or filling cells**) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இந்த நிரப்பும் ஸெல்கள் உள்ளிருந்து வெளிப்புறமாகத் தோன்றி, அவைகளின் அளவு அதிகரித்துக் கொண்டு வரும்பொழுது, ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில், புறத்தோலை கிழித்துக் கொண்டுவந்து கடைசியில் இவைகள் மேற்பரப்பு மட்டத்திற்கு மேலாக வெளிப்பட்டு சிறு கரனைகளாக, முடிச்சுகளாகவும், தோன்றுகின்றன (படம் 14.1). இவ்வாறு வெளிப்படுத்தப்பட்ட ஸெல்கள் இறந்து சிதைவடைந்து போகப்போக, மேற்கொண்டு, புதிதாக உண்டாகிக் கொண்டு வருகின்ற நிரப்பும் ஸெல்கள் இந்தப் பகுதிகளை வந்தடைகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சி மீண்டும் மீண்டும் ஏற்பட்டுக்கொண்டு வருகின்றது. லென்டிஸெல் ஃபெல்லோஜன் வெளிப்புறம் நோக்கி நிரப்பும் ஸெல்களை தோற்றுவித்துக்கொண்டு வரும்பொழுது, அது உட்புறமாக ஒரு சிறிதளவு, ஃபெல்லோடெர்ம் உண்டாகின்றது. இவ்வாறாக, லென்டிஸெல் ஃபெல்லோஜன்கள் செயல்பட்டுக்

கொண்டு வரும்பொழுது, இவைகளை அடுத்திருக்கும் பகுதிகளில் கார்க் கேம்பியம் அல்லது ஃபெல்லோஜன் தோன்றி அதுவும் செயல் பட்டுக் கொண்டு வருகின்றது. நாளடைவில், இந்த இரு விதமான ஃபெல்லோஜன்களும் இரு பக்கங்களிலும் பரவி ஒன்றுடன் மற் ெறான்று இணைந்து கடைசியில் ஒரு தொடர்ச்சியான கூட்டு ஆக்குத் திசுவாக மாறி (கார்க்கேம்பியம் அல்லது ஃபெல்லோஜன் + லென்டி ஸெல் ஃபெல்லோஜன்) விடுகின்றது. ஆனால், கேம்பியத்துடன் ஒப் பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது, ஃபெல்லோஜனின் அமைப்புகள் முன் னதை விட மிக எளியதாக இருக்கின்றது. லென்டிஸெல் உண்டா கின்ற பகுதிகளில் தோன்றுகின்ற ஸெல்களின் எண்ணிக்கை; கார்க் உண்டாகின்ற பகுதிகளில் உண்டாவதைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருப்பதினால், லென்டிஸெல்கள் மேற்பரப்பு மட்டத்திற்கு மேல் உயர்த்தப்பட்டு காணப்படுகின்றன. உயர்த்தப்பட்ட நிலைகளில் லென்டிஸெல்களைப் பார்க்கும்பொழுது ஒரு வகையில் குறுக்காகவும், மற்றொரு வகையில் நெடுக்காகவும், இன்னும் வேறு ஒரு வகையில், குறுக்கில் அடுத்தடுத்து அமைந்திருக்கின்ற பல லென்டிஸெல்கள் ஒன்று சேர்ந்து குறுக்கு வரிக்கோடுகள் போன்றும் காணப்படும்.

இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களைப் பொருத்தமட்டில் மூன்று வகையான லென்டிஸெல்கள் இருப்பதாகத் தெரிகின்றது. அவையாவன: (1) லிரியோடெண்ட்ரான் (Liriodendron), மக்னோ லியா (Magnolia), போப்புலுஸ் (Populus), பீருஸ் (Pyrus) போன்ற வைகளின் நிரப்பும் ஸெல்களின் ஸெல்லுறைகள் ஸூபரினலாக்கப் பட்டவை. இந்தத் திசுக்களில் காற்றுவெளிகளிருந்தபோதிலும் அவைகள் நெருக்கமாக அமைந்திருக்கின்றன. மேலும், இவைகளில் மெல்லிய உறைகளைக் கொண்ட ஸெல்களின் அடுக்கு, தடிப்புற்ற உறைகளைக் கொண்ட ஸெல்களின் அடுக்குடன், ஆண்டு தோறும் மாறி மாறி அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

(2) ஃபிராக்ஸினுஸ் (Fraxinus), குயெர்க்குஸ் (Quercus), ஸாம் புக்குஸ் (Sambucus), தீலியா (Tilia) போன்ற பேரினங்களில் ஒவ் வொரு ஆண்டிலும் அல்லது பருவகாலத்திலும் உண்டாக்கப்பட்ட, ஸூபரினலாக்கப்படாத ஸெல்களடங்கிய நெகிழ்வுற்ற திசு அந்தந்த ஆண்டின் அல்லது பருவகாலத்தினிறுதிக்காலத்தில், ஸூபரினலாக் கப்பட்டதும், நெருக்கமாக அமைந்திருக்கின்ற ஸெல்களைக் கொண்ட திசு அடுக்கினால் தொடரப்பட்டு மூடப்படுகின்றது. அதாவது, இந்த வகையில் இரு வகையான திசு அல்லது திசு அடுக்கு கள் ஆண்டுதோறும் மாறி மாறி உண்டாகிறதென்றும், அவைகளில் ஒன்று, ஒவ்வொரு ஆண்டின் அல்லது பருவகாலத்தின் இறுதியில் உண்டாகின்ற மூடு அடுக்கும் (closing layer), மற்றொன்று இதற்கு

வெளிப்புறமாக உண்டாகியிருக்கின்ற நெகிழ்வுற்ற திசுவும் ஆகும். மேலும், இந்த இருவகையான திசுக்களின் செல்கள் முறையே வேறுபட்டிருப்பதையும் பார்க்கலாம்.

*(3)* பெத்துலா *(***Betula***)*, ஃபாகுஸ் (**Fagus**), புருனூஸ் *(***Prunus***)*, ரொபினியா *(***Robinia***)* போன்ற பேரினங்கள் மேலே விவரிக்கப்பட்ட இரண்டாவது வகையிலிருந்து சில வகைகளில் வேறுபட்டாலும், பொதுப்படையாகப் பார்க்கும்பொழுது, இந்த மூன்றுவது வகை, இரண்டாவது வகையை ஒத்திருக்கின்றது. இந்த வகையிலும் ஒவ்வொரு ஆண்டிலும் இரு வகையான திசு அடுக்குகள் ஒன்றன் பின் ஒன்றுக தோன்றுகின்றன. ஆனுல், ஒவ்வொரு ஆண்டிலும், அகலமான பல திசு அடுக்குகள் உண்டாகின்றன. மேலும், ஒவ் வொரு ஆண்டின் இறுதியில் உண்டாகின்ற மூடு அடுக்கு, உள்ளிருந்து புறமாக, ஃபெல்லோஜனுல் புதிதாக உண்டாக்கப் படுகின்ற திசு அடுக்குகளினுல் பிரிக்கப்பட்டு விடுகின்றது. ஆக இந்த மூன்று வகையான லெண்டிசெல்களை இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் பார்க்கலாம்.

# 15. தண்டு (Stem)

**இலக்கணமும் வரையறையும் (Definition and delimitation):** ஒவ்வொரு வாஸ்குலார் தாவர இனத்திலும் எளிதில் பிரித்தறியக் கூடிய மூன்று வகையான உறுப்புக்கள் தோற்றமளிப்பதைப் பார்க்கலாம். வேர் (root), தண்டு (stem), இலை (leaf) ஆகிய இம்மூன்றும் வெஜிடேடிவ் உறுப்புக்களாகும் (vegetative organs). இவ்வாறு, தோற்றத்தின் அடிப்படையில் தாவர இனங்களின் உறுப்புக்களை வேறுபடுத்திப் பார்ப்பது சில வகைக் கோட்பாடுகளின்படி அடிப்படை அமைப்புகளை விளக்குவதாகக் கூறப்பட்டாலும், உண்மையில், இந்த வெவ்வேறு உறுப்புக்களும் வளர்ச்சி முறை, அமைப்பு, பரிணமம் முதலியவைகளின் அடிப்படையில் ஆராயும்பொழுது இவைகளுக்கிடையே ஒரு ஒருமைப்பாடு (unity) இருப்பதைப் பார்க்கலாம். இக்கருத்தினைக் கொண்டு மேலும் கூறவேண்டுமானால், தண்டு, இலை, வேர் முதலியவைகளெல்லாம் ஒரு அடிப்படையான அமைப்பின் வெவ்வேறு தோற்றங்களாகக் கருதலாம். மேலும், இலைகளுக்கு அவைகளைத் தாங்கிக் கொண்டிருக்கும் தண்டுகளுக்குமிடையே ஒரு திட்ட வட்டமான வரையறை காணமுடிவதில்லை. இந்த சிக்கலான நிலையைத் தவிர்ப்பதற்கு தண்டையும் அதனுடைய ஒட்டு அமைப்புகளையும் (appendages) ஒன்று சேர்த்து பொதுவாகத் தண்டினம் (shoot) என்று தாவர இயலில் தொடக்கக் காலத்திலிருந்தே கூறப்பட்டு வருகின்றதொரு உண்மையாகும். தண்டினத்தின் தன்மை உருவ இயல் அடிப்படையில் கீழ்க் காணும் மூன்று வகைக் கோட்பாடுகளினால் விளக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இவைகளில் ஒரு கோட்பாட்டின்படி, இலையும், தண்டும் ஒவ்வொரு தாவரத்தின் அடிப்படையானதும் தனிப்பட்ட அலகுகளாகவும் (units) கருதப்பட்டு வருகின்றன. இரண்டாவது கோட்பாட்டின்படி, குறிப்பாக தண்டு, இலை, வேர் முதலியவைகளும் இன்னும் பல வகையான ஒட்டு அமைப்புகளும் தண்டினத்தின் வெவ்வேறு வளர்ச்சி அலகுகளைக் (growth units) குறிப்பதாகக் கொள்ளப்படுகின்றது. அதாவது இலை என்பது தண்டினத்தின் ஒரு வகை வளர்ச்சியினாலேற்பட்ட அலகு என்பதுபோல், மற்ற

வகையான ஒட்டு அமைப்புகளையும் இந்த வகையில் விவரித்துக் கூறப்படுகின்றது. மூன்ருவது கோட்பாட்டின்படி, ஆக்ஸிஸ் (axis) என்று சொல்லப்படுகின்ற தண்டுதான் ஒவ்வொரு வாஸ் குலார்த் தாவர இனத்திற்கும் அடிப்படையான அமைப்பு என்றும், இலைகள் என்பது முன்னதிலிருந்து இன வரலாற்றின்படி பல வகை யான மாறுதல்களடைந்து உண்டான அமைப்புகள் என்றும் கருதப் படுவதாகும். எந்த ஒரு கோட்பாட்டின்படி விளக்கம் தரப் பட்டாலும், வாஸ்குலார்த் தாவர இனங்களின் மூன்று உறுப்புக் களுக்கும் இடையே (தண்டு, இலை, வேர்) வளர்ச்சி முறையிஞல் தொடர்பும், உறவும், ஒருமைப்பாடும் இருப்பதை மறக்கவும் மறைக்கவும் முடியாததொரு உண்மையாக இருக்கின்றது. இந்த வித அடிப்படையான கருத்து ஒவ்வொரு வகையான தண்டின் பிரைமரி அமைப்பை புரிந்து கொள்வதற்கு அவசியமாகின்றது.

**தண்டின் தோற்றமும் வெளி அமைப்பும்:** ஒரு முழு வளர்ச்சி யுற்றக் கருவை (embryo) உயரப்போக்கு வெட்டில் கவனிக்கும் பொழுது பொதுவாக, கீழ்க்காணும் உறுப்புக்களும் பகுதிகளும் அதில் அடங்கியிருப்பதைக் காணலாம். ஹைபோக்காட்டில் (hypocotyl) என்ற ஆக்ஸிஸூம் இதன் கீழ் நுனிப்பாகத்தில் அமைந் திருக்கின்ற வேர்நுனி ஆக்குத்திசு பகுதியும் (root apical meristem) இதையடுத்து வெளிப்புறமாக வேர் நுனி மூடியும் (root cap), ஹைபோக்காட்டில் ஆக்ஸிஸூக்கு மேற்புறமாக இரு அல்லது ஒரு விதை இலைகளும் (cotyledons), ஆக்ஸிஸூக்கு மேல்நுனி பாகத்தில் (இரு விதையிலைகளுக்கிடையிலோ, ஒரு விதையிலையிருந்தால் அதற்கு அடுத்தோ) தண்டு நுனி ஆக்குத்திசுப் பகுதியும் (shoot apical meristem), புரோக்கேம்பியம் (procambium) என்ற வாஸ் குலார் ஆக்குத்திசுவும் (vascular meristem) காணப்படுகின்றன (படங்கள் 1.1-1.3). கருவின் இந்த உறுப்புக்கள், பகுதிகளை, வளர்ந்து முழுவளர்ச்சி அடைந்த செடியினுடைய உறுப்புக்கள், பகுதிகளுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது முன்னது பின்னதை விட எளிய அமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளதாகக் காணப்படுகின்றது. இதற்குக் காரணம், கருவில் உறுப்புக்களின் குறைவும் (ஒரு ஆக்ஸி ஸூம் ஒன்று அல்லது இரண்டு விதை இலைகளும்), செல்களும், திசுக்களும் அதிக அளவு மாற்றங்கள் அடையாத நிலைகளில் இருப் பதுமாகும். கருவில் நுனி ஆக்குத்திசுக்கள் இருப்பதிஞல் இதற்கு, தொடர்ந்து, மேற்கொண்டு வளர்ந்து கொண்டு இருக்கக்கூடிய சக்தி இயல்பாக ஏற்பட்டிருக்கின்றது. இந்த வகை அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்ற கருவில், எதிர்காலத்தில் உண்டாகப் போகின்ற தண்டு, வேர்களுக்கான ஆதாரங்கள் அல்லது மூலங்கள் நுனி ஆக்குத்திசுக்களிஞல் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன (படங்கள் 1.1-1.3).

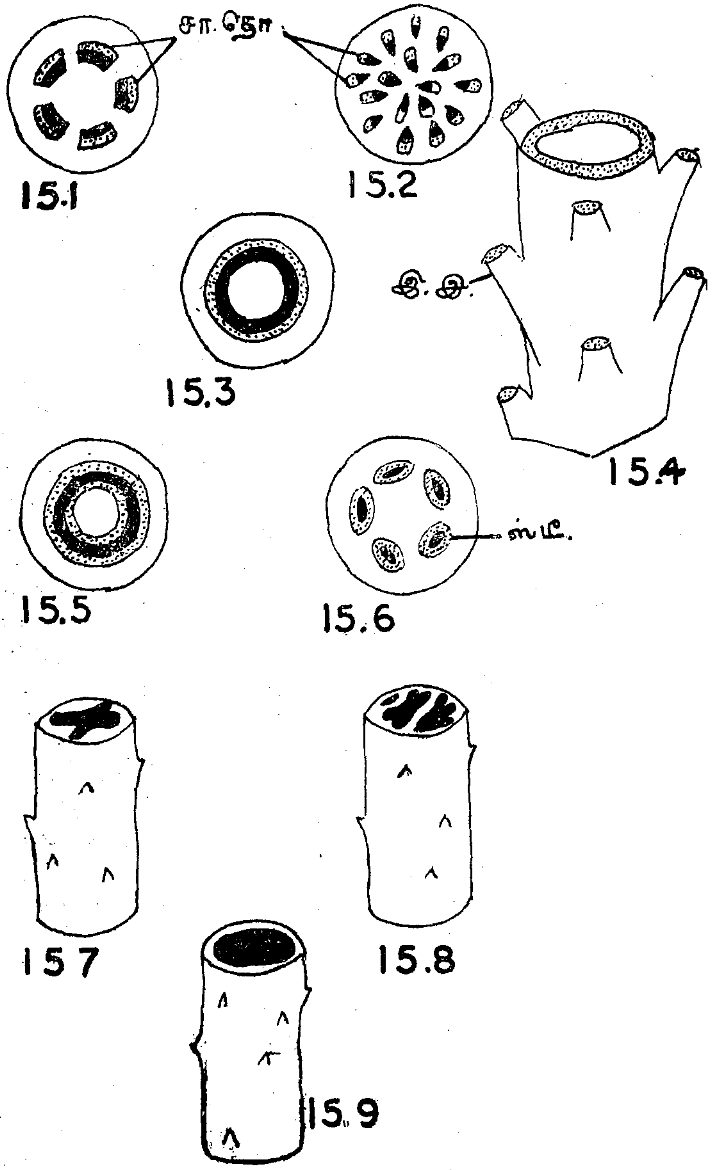
அல்லது முளை வேரையும் (radicle), கருத்தண்டினத்தையும் (embryonic shoot) பெற்றிருக்கலாம். முளைவேர் ஹைப்போக் காட்டிலின் கீழ் நுனிப்பாகத்திலும் கருத்தண்டினம் விதையிலைகள் இணைந்திருக்கின்ற பகுதிக்கு மேலாகவும் (ஒரு விதை இலைத்தாவர இனத்தில், விதை இலைக்குப் பக்கவாட்டிலும்) முறையே அமைந் திருக்கின்றன. இந்தக் கருத்தண்டினம் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இலை மூலங்களைப் பெற்றும், விரிவடையாத இடைக் கணுக்களைப் பெற்றும், ஆக்ஸிஸைப் பெற்றும் இருக்கின்றது. மொட்டுபோல் காணப்படுகின்ற இந்தக் கருத்தண்டினம் முளைத் தண்டு (plumule) என்றழைக்கப்படுகின்றது.

விதை முளைக்கும்பொழுது, வேர் நுனி ஆக்குத்திசு, வேரையும் தண்டு நுனி ஆக்குத்திசு, தண்டினத்தையும் பெருக்கிக் கொண்டு, மேன்மேலும் புதிய அமைப்புக்களை அப்பொழுதுக்கப்பொழுது, ஆனால் ஒரு குறிப்பிட்ட ஒழுங்கான முறையில் உண்டாக்கிக் கொண்டு வருகின்றன. ஆக்ஸிஸ் உயரப்போக்கில் நீண்டு வளர்ந்து கொண்டு வருவதோடல்லாமல் சாதாரணமாக குறுக்கிலும் வளர்ச்சி அடைந்து கணுக்களையும் இடைக்கணுக்களையும்பெற்று, கிளை களுற்று வளர்ந்து வருகின்றன.

**திசு அமைப்பு முறை** (Tissue system) : முன் அத்தியாயத்தில் விவரித்தபடியும், ஸாக்ஸ் (Sachs, 1875) பாகுபாட்டின்படியும் வாஸ் குலார்த் தாவர இனங்களின் தண்டினங்களிலும், வேர்களிலும் மூன்று அடிப்படையான திசு அமைப்பு முறைகளிலிருப்பதைக் காணலாம். இவைகளில் ஒன்று தோல் திசு அமைப்பு முறை (dermal tissue system) என்றும், இரண்டாவது, ஆதார அல்லது அடிப்படை திசு அமைப்புமுறை (fundamental or ground tissue system) என்றும், மூன்றாவது வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பு முறை (vascular tissue system) என்றும் முறையே பிரிக்கப்பட்டிருக் கின்றன. ஒவ்வொரு இனத்தின் தண்டுகளிலும் வேர்களிலும் காணப்படக்கூடிய உள்ளமைப்பு வேறுபாடுகளெல்லாம் மேற் கூறப்பட்ட மூன்று வகைத் திசு அமைப்பு முறைகளில் அடங்கியிருக் கின்ற திசுக்களின் வகை, அளவு, அமைவு முறை, முதலியவைகளைப் பொருத்தும், அடிப்படை அல்லது ஆதாரத் திசு அமைப்பு முறை, வாஸ்குலார் அமைப்பு முறை இவைகள் இரண்டின் அளவு, விகிதம் முதலியவைகளைப் பொருத்தும் ஏற்படுகின்றன.

கடை நிலையிலுள்ள வாஸ்குலார்த் தாவர இனங்களிலும், நீர் வாழ்த் தாவர இனங்களிலும் வாஸ்குலார்த் திசு தண்டுகளின் நடு வில் உறுதியான உருளை (solid cylinder) போன்று அமைந்திருக்

கின்றது. ஆனால், வேறு பல இனங்களில் வாஸ்குலார்த்திசுவும் அடிப்படை அல்லது ஆதாரத் திசுவும் ஒன்றுக்கொன்று பின்னப் பட்டும் தொடர்புற்றும் இருப்பதைப் பார்க்கலாம். வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் அடிப்படை அல்லது ஆதாரத் திசுக்களைப் பொருத்து திடமற்ற உருளை (hollow cylinder) வடிவத்திலும், அல்லது பல தொகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு, ஆனால், ஒன்றுடன் மற்றொன்று தொடர்புற்று, வட்டமாக அமைந்திருப்பதையும், அல்லது பல தொகுப்புகளாகப் பிரிந்து ஒன்றுடன் மற்றொன்று பின்னப்பட்ட நிலையில் அமைந்திருப்பதையும் பார்க்கலாம். அதே சமயத்தில், இந்த மூன்று வகையான வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறைகளைப் பெற்றிருக்கின்ற தண்டுகளின் இடைக்கணுப் பாகங்களைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது அவைகள் முறையே தொடர்ச்சியான வட்ட வடிவத்தில் அமைந்துள்ள வாஸ்குலார்த் திசுவாகவும் (படம் 15.31), அல்லது வட்ட வடிவமாக அமைந்திருக்கின்ற பல வாஸ் குலார்த் தொகுப்புகளாகவும் (vascular bundles) (படம் 15.32), அல்லது வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளெல்லாம் தனித்தனியே சிதறுற்று அமைந்திருக்கின்ற முறையையும் பார்க்கலாம் (படம் 15 33). வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் இந்த வகை அமைப்பு முறை களினால் தண்டின் உள்ளமைப்பில் மேற்கொண்டு பல பாகங்களைப் பிரித்தறிய முடிகின்றது. உதாரணமாக, வாஸ்குலார்த் திசு உறுதி யான உருளையாக அமைந்திருக்கும்பொழுது இதற்கும் புறத்தோ லுக்கும் இடைப்பட்ட, அடிப்படை அல்லது ஆக்குத்திசுவினாலான பாகத்தைப் புறணி (cortex) என்று தெரிந்து கொள்கிறோம். இது போல வாஸ்குலார்த் திசு, திடமற்ற உருளையாக அமைந்திருக்குங் காலத்து, அடிப்படை அல்லது ஆதாரத் திசு, தண்டின் நடுப் பாகத்தில் அதாவது வாஸ்குலார்த் திசுவின் உட்பாகத்திலும் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த பாகத்திற்கு பித் (pith) என்று பெயர். மேலும், வாஸ்குலார்த் திசு எல்லாம் இணைந்து தொடர்ச்சியாக ஒரு உருளை போன்றிருப்பதன்றி, பல இழை களாக (strands) அமைந்திருக்கும்பொழுது இந்த இழைகளுக் கிடைப்பட்ட பாகம் அடிப்படை அல்லது ஆதாரத் திசுவைப் பெற்றிருக்கும், இந்த இடைப்பட்ட பாகத்தை வாஸ்குலார் இடைப்பட்ட பகுதி (intervascular region) என்றும், அல்லது தொகுப்பு இடைபட்டபகுதி (interfascicular region) என்றும் கூறப்படுகின்றது (படம் 15.26). இந்தப் பகுதியை சிலர் பித் ரேக் கள் (pith rays) என்றும் கூறி வருகின்றார்கள். இந்த வகைகளில் தண்டின் உள்ளமைப்பைப் பிரித்தறிவதுபோல் தண்டுகளில் வாஸ் குலார்த் தொகுப்புகள் சிதறுற்றுப் பரவியிருக்கும்பொழுது பகுத் தறிய முடியாது. ஏனென்றால், அப்படிப்பட்ட தண்டுகளில் எல்லாம் அடிப்படை அல்லது ஆதாரத்திசுவில் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள்




படங்கள் 15.1—15.9 ஸ்டீலார் வகைகள்.
15.1 ப்ரோஸ்டீல்.
15.2 அடாக்டோஸ்டில்.
15.3 புற ஃபுளோய ஸைஃபனோஸ்டீல்.

15.4 ஸெலாஜினெல்லா (Selaginella sp.) இலைப் பொந்துகள் ஏற்படாத ஸைஃபனோஸ்டீல்.
15.5 இரு பக்க ஃபுளோயம ஸைஃபனோஸ்டீல்.
15.6 டிக்டியோஸ்டீல்.
15.7 ஆக்டினோஸ்டீல்.
15.8 பிளக்டோஸ்டீல்.
15.9 ஹேப்டோஸ்டீல்.
சா.தொ. சாற்றுக் குழாய்த் தொகுப்பு; இ.இ. இலை இழுவை.

புதைந்திருப்பதுபோல் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு, அடிப்படை அல்லது ஆதாரத்திசு, வாஸ்குலார்த்திசு வரையறை சில இனங்களில் தெளிவாகத் தெரிவதில்லை. உதாரணமாக, குக்கூர்பித்தேஸி (Cucurbitaceae) குடும்பத்தில் ஃபுளோயம் (phloem) புறணிப் பாகத்தின் அடிப்படை அல்லது ஆதாரத்திசுப் பாகத்தில் பரவியிருக்கின்றது. பாரிங்க்தோனியா (Barringtonia), நிக்தாந்தஸ் (Nyctanthes), மெலாஸ்தொமேஸி (Melastomaceae) முதலியவைகளில், புறணிப் பாகங்களில் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புக்கள் அமைந்திருக்கின்றன (படம் 15.36). இவைகள் புறணித் தொகுப்புக்கள் (cortical bundles) என்று கூறப்படுகின்றன. இன்னும் சில உதாரணங்களில் (அமராந்தேஸி (Amaranthaceae), நிக்தாஜினேஸி Nyctaginaceae), போலிகோனேஸி (Polygonaceae) வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் பித்தின் அடிப்படை அல்லது ஆதாரத்திசுவில் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த முறையில் அமைந்து காணப்படுகின்ற வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் மையத் தொகுப்புகள் (medullary bundles) என்றழைக்கப்படுகின்றன (படங்கள் 15.35;15.37). இந்த வகைகளில் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளும் திசுக்களும் வெவ்வேறு பகுதிகளிலுள்ள அடிப்படை அல்லது ஆதாரத் திசுவின் நடுவே அமைந்திருக்கின்ற காரணத்தினால் ஒரு, பக்கத்தில் அடிப்படை அல்லது ஆதாரத் திசுவிற்கும், மறுபக்கத்தில் ஆதாரத் திசுவிற்கும் இடையே ஒரு வரையறையை சரிவர ஏற்படுத்திக்கொள்ள முடிவதில்லை.

தாவர இனங்களின் இடைக்கணுப் பாகங்களைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, பாரங்கைமா (parenchyma), குளோரங்கைமா (chlorenchyma), கோலங்கைமா (collenchyma), தடிப்புற்ற ஸெல்கள் (sclereids), லேடக்ஸ் சுரப்பிகள், (laticifers) ஸ்கிலரங்கைமா (sclerenchyma) முதலியவைகளை வெவ்வேறு கூட்டாகவும், (combination) அளவிலும் (proportion) காணலாம். இந்தத் திசுக்களைக் குறித்து தனித்தனியாக, விரிவாக அந்தந்த அத்தியாயங்களில் விளக்கப்பட்டிருப்பதால் இங்கு மீண்டும் விவரிக்கப்படவில்லை.

கணுவின் உள்ளமைப்பு (Anatomy of the node): ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களில், குறிப்பாக இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் தண்டின் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுவிலிருந்து ஒரு சிறு பகுதி பிரிவுற்று வளைந்து இலையின் அடிப்பாகத்தை நோக்கிச் செல்கின்றது. இலையை நோக்கி சென்றிருக்கும் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளைத் தொடர்ந்து கீழ் நோக்கும்பொழுது, அவைகள் வெவ்வேறு தூரம் வரை தனிப்பட்ட நிலையிலிருப்பதையும், ஆனால் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் அவைகள் தண்டின் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுவுடன் ஒன்றுபட்டு விடுவதையும் பார்க்கலாம் (படம் 15.15). தண்டிலுள்ள எந்த ஒரு வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு இலையுடன் நேரிடையாக சம்பந்தப்பட்டும், அதே சமயத்தில் தண்டின் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுவின் பிரிவுற்ற பாகத்திலிருந்து இலையின் அடிப்பாகம் வரை உள்ள இடைப்பட்ட பாகத்தில் அமைந்திருக்கின்ற வாஸ்குலார்த் திசு இலை இழுவை (leaf trace) என்றழைக்கப் படுகின்றது. தாவர இனங்களைப் பொருத்து இலைகளுக்கு ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இலை இழுவைகளிருக்கலாம். மேலும், இழுவைகளிலுள்ள ஒவ்வொரு வாஸ்குலார்த் தொகுப்பிற்கும் இலை இழுவைத் தொகுப்பு (leaf trace bundle) என்று பெயர். இவ்வாறு இலைகளும் தண்டுகளும் இணைந்திருக்கின்ற அடிப்படையில் இவைகளுக்கிடையே ஒரு நெருங்கிய தொடர்பும், ஒருமைப்பாடும் ஏற்பட்டிருப்பதை தெளிவாகக் காணமுடிகின்றது.

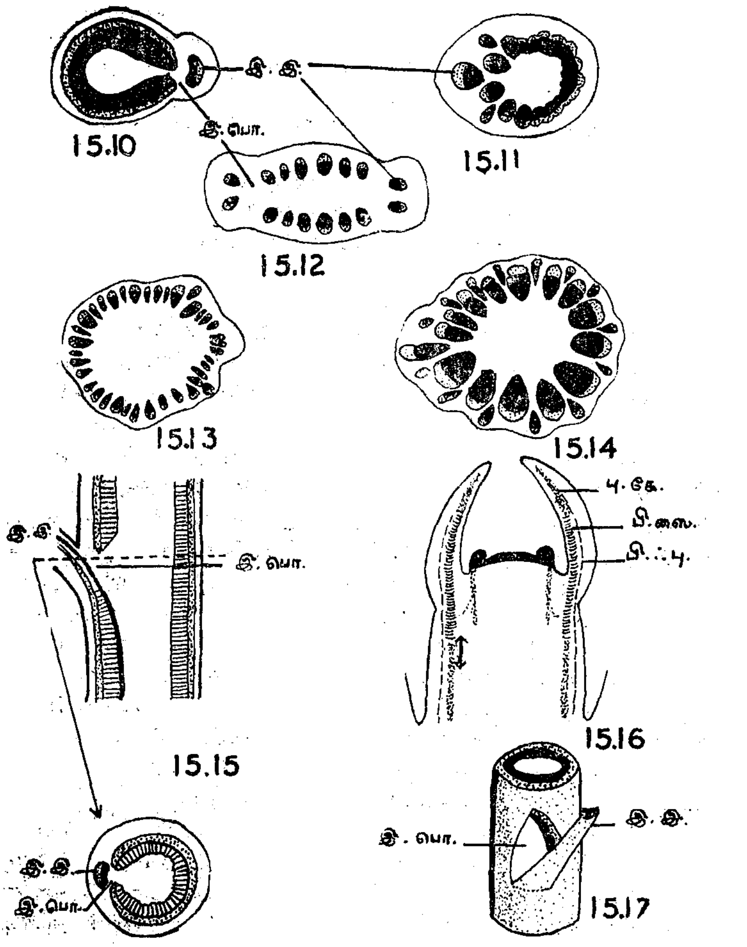
மேலே குறிப்பிட்டப்படி இலை இழுவைகள் உண்டாகும் பொழுது பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுவைப் பொருத்தமட்டில் இடைவெளிகள் உண்டாகின்றன. இந்த இடைவெளிகள் இலைகளுக்கு செல்கின்ற இழுவைகளினால் உண்டாக்கப்படுவதினால் இவைகளுக்கு இலைப் பொந்துகள் (leaf gaps) என்று பெயர் (படங்கள் 15.10-15.17). கணுப்பாகங்களைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது காணப்படுகின்ற இலைப் பொந்துகளின் அடிப்படையில் கணுக்கள் நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட கணுப்பாகத்தில் ஒரே ஒரு இலைப் பொந்து காணப்பட்டால் அப்படிப்பட்ட கணுக்களை ஒரு இடைவெளிக் கணுக்கள் (unilacunar nodes) என்றும் (படங்கள் 15.10-15.12), மூன்று இடைவெளிகள் காணப்பட்டால் அவற்றை மூவிடைவெளிக் கணுக்கள் (trilacunar nodes) என்றும் (படங்கள் 15.11-15.13), பல இடைவெளிகள் காணப்பட்டால் அவற்றைப் பன்னிடை வெளிக் கணுக்கள் (multilacunar nodes) (படம் 15.14) என்றும் கூறப்படுகின்றன. இங்கு இடைவெளிகள் என்று கூறும்பொழுது, தண்டின் வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பு தொடர்ச்சியில் காணப்படுகின்ற வாஸ்குலார்த் திசு அற்று, பாரங்கைமாத்

திசுவை மாத்திரம் பெற்றிருக்கின்ற பிளவுற்ற பாகத்தைக் குறிப்ப தாகக் கொள்ளல் வேண்டும். சமீபகாலத்தில் ஆராய்ந்து அறியப்பட்ட முடிவினடிப்படையில், நான்காவது வகைக் கணு ஒன்று இருப்பதாக நிலை நாட்டப்பட்டிருக்கின்றது. இந்த நான்காவது வகை, மேலே கூறப்பட்ட ஒரு இடைவெளிக் கணுவை ஒத்துள்ளது. ஆனல், அதனைப் போல் (குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும் பொழுது) இடைவெளிக்கு எதிரே ஒரே ஒரு இலை இழுவையைப் பெற்றிராமல் அதற்குப் பதிலாக இரு இழுவைகளைப் பெற்றிருக் கின்றது (படம் 15.12).

இந்த நான்கு வகை கணுக்களைத் தோற்ற வரலாற்றின்படி ஆராய்ந்து பார்த்தால், மூவிடைவெளிகள் மிகவும் தாழ்ந்த நிலை யைக் குறிப்பதாகவும், இதிலிருந்து ஒரு இடைவெளிக் கணுக்களும் (மூவிடைக் கணுக்களின் பக்க இலை இழுவைகள் மறைந்து விடு வதன் மூலம்), பன்னிடைவெளிக் கணுக்களும் (மூவிடைக் கணுக் களின் பக்க இலை இழுவைகள் மேற்கொண்டு சில இழுவைகள் புதிதாக சேர்ந்துண்டாவதின் மூலம்) மாறுபட்டுத் தோன்றி வந்தவைகள் என்று கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனல், இந்தக் கோட் பாட்டிற்கு மாருக, தற்காலத்தில் இரு இலை இழுவைகளைக் கொண்ட ஒரு இடை வெளிக் கணுக்கள்தான் தாழ்ந்த நிலையைக் குறிப்பதாகவும், மற்ற வகைகள் எல்லாம் இதனின்று இழுவைகள் இழத்தல் அல்லது மேற்கொண்டு கூட்டிக்கொள்ளுதல் மூலம் உண்டாகியிருக்க வேண்டும் என்றும் தக்க சான்றுகளுடன் அறிவிக் கப்பட்டிருக்கின்றது.

சிற்றினங்கள், பேரினங்கள், குடும்பங்களுக்கே உரித்தான சிறப்பியல்பாக, கணுக்களின் வகைகளை, பாகுபாட்டியலிலும், இனவரலாற்றின் ஆராய்ச்சிகளிலும் பயன்படுத்துவதோடல்லாமல் இனங்களுக்கு இடையே உள்ள உறவுகளை நிரூபிப்பதற்கு பயன் படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

ஜிம்னேஸ்பர்ம்கள், ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களில் காணப்படுகின்ற வாஸ்குலார்த் திசு அமைவுமுறை, இலைகளுடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டிருக்கின்ற வகையினடிப்படையில் தண்டுகளின் வாஸ்குலார்த் திசு தொகுப்புக்கள் என்பவை இழுவைகளெல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து ஏற்பட்ட கூட்டமைப்பைக் குறிக்கின்றது என்று ஒரு சாரரால் கருதப்பட்டு வருகின்றது. ஆனல், கடைநிலை வாஸ் குலார்த் தாவரங்களாகிய, லிக்கோபோடியும் (Lycopodium), ஸெலாஜினல்லா (Selaginella) போன்றவைகளில் இலைகள் மைக்- ரோபில்லஸ் இலைகள் ஆகவும் (microphyllous), மேலெழுந்த




படம் 15.10 கணுவின் குறுக்கு வெட்டு. ஒரு இழுவையைப் பெற்றுள்ள ஓரிடை வெளிக் கணு.

படம் 15.11 கணுவின் குறுக்கு வெட்டு. மூவிடை வெளிக் கணு.

படம் 15.12 கிளிரோடெண்ட்ரோன் (Clerodendron sp.) கணுவின் குறுக்கு வெட்டு. இரு இலை இழுவைகளைப் பெற்றுள்ள ஓரிடை வெளிக் கணு.

படம் 15.13 கணுவின் குறுக்கு வெட்டு. மூவிடை வெளிக் கணு. மைய இழுவைகள் மூன்றாக இருப்பதைக் காணவும்.

படம் 15.14 கணுவின் குறுக்கு வெட்டு. பல இடைவெளிக் கணு.

படம் 15.15 கணுவின் நீள் போக்கு, குறுக்கு வெட்டுகளின் தோற்றங்கள். இ.இ. இலை இழுவை; இ.பொ. இலைப் பொந்து.

படம் 15.16 தண்டின் நுனிப் பாகத்தின் நீள் போக்கு வெட்டு. வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் உண்டாகின்ற தொடக்கமும் முறையும் விளக்கப்பட்டிருக்கின்றன. விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும். புள்ளியிட்ட பகுதி புரோக்கேம்பியத்தைக் குறிக்கின்றது.

பு.கே. புரோக்கேம்பியம்; பி.சை. பிரைமரி சைலம்; பி.ஃபு. பிரைமரி புளோயம்.

படம் 15.17 ஓரிழுவை பெற்றுள்ள ஓரிடை வெளிக் கணுவின் முப்பக்கத் தோற்றம்.

வாரியாகத் தோன்றி அமைந்திருப்பதினாலும் இந்த வகைத் தாவர இனங்களில் மேற்கூறப்பட்ட தண்டுகளுக்கும் இலைகளுக்கும் இருக்கின்ற உறவு, உயர்ந்த இனங்களிலிருப்பதுபோல் காணப்படுவதில்லை.

**வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் (Vascular bundles):** பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பில் பிரைமரி ஃபுளோயமும், சைலமும் அடுத்தடுத்து தொடர்புற்று ஆக்ஸிஸ்களின் அல்லது தண்டுகளின் உட்புறமாக இழைக்கற்றைகள் போன்று (strand like) உயரப் போக்கில் அமைந்திருக்கின்றன. இந்த வகை அமைப்பு முறையைப் பெற்றிருக்கின்ற வாஸ்குலார்த் திசுக்கள், வாஸ்குலார் இழைக் கற்றைகள் (vascular strands) அல்லது வாஸ்குலார் தொகுப்புகள் (vascular bundles) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இந்த வாஸ் குலார்த் தொகுப்புகள் அல்லது இழைக்கற்றைகளில் பிரைமரி ஃபுளோயமும், சைலமும் ஒன்றையொன்று பொருத்து அமைந்திருக்கின்ற முறைகளில் வேறுபாடுகளும், அதன் விளைவாக வெவ்வேறு வகையான வாஸ்குலார் இழைக்கற்றைகளும் அல்லது தொகுப்புகளும் தாவர இனங்களிடையே காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, மிக சாதாரணமாகக் காணப்படுகின்ற வாஸ்குலார் இழைக்கற்றைகள் அல்லது தொகுப்புகளில் ஃபுளோயம் சைலத்தைத் தொடர்ந்து, பின்னதிற்குட்புறமாக அல்லது வெளிப்புறமாக அமைந்திருக்கின்றது. இந்த வகையில் அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்ற வாஸ்குலார்த் தொகுப்பிற்கு ஒருங்கமைந்த தொகுப்பு (collateral bundles) என்று பெயர். இவ்வகை தொகுப்புகள் சாதாரணமாக, ஜிம்னோஸ்பர்ம்கள், ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் தண்டினங்களில் காணப்படுகின்றன (படம் 15.23). இதற்கு மாறாக, ஃபுளோயம் சைலத்திற்கு இரு பக்கங்களில் (அதாவது, சைலத்தைத் தொடர்ந்து அதற்குட்புறத்திலும் வெளிப்புறத்திலும்) பெற்றிருக்கின்ற வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள், இருபக்க ஒருங்கமைந்த தொகுப்புகள் (bicollateral bundles) என்றழைக்கப்படுகின்றன (படம் 15.24). உதாரணம்: கூக்கூர்பித்தேஸி (Cucurbitaceae), ஃபுளோயம், சைலம் இவைகளிரண்டில் ஏதாவது ஒன்று மற்றொன்றைச் சூழ்ந்திருக்கும் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுக்கு சூழ் வட்ட வகை (concentric type) என்று பொதுப்படையாகப் பெயரிடப்பட்டுள்ளது. இந்த சூழ்வட்ட வகையில் மேலும் மேலும்

இரு உட்பிரிவுகள் இருக்கின்றன. ஒரு வகையில், ஃபுளோயம் திசு ஸைலம் திசுவைச் சூழ்ந்திருக்கின்ற அமைவை உடைய வாஸ் குலார்த் தொகுப்பு, ஃபுளோயம் சூழ் தொகுப்பு வகை (amphicribral type) என்றழைக்கப்படுகின்றது (படம் 15.21). இதுபோல், ஸைலம் திசு, ஃபுளோயம் திசுவை உள்ளடக்கிச் சூழ்ந்திருப்பதினால் உண்டாகின்ற வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு ஸைலம் சூழ்தொகுப்பு வகை (amphirasal type) என்று கூறப்படுகின்றது (படம் 15.2). உதாரணங்கள்: டிரஸீனாவின் (Dracaena) ஸெகண்டரி வாஸ் குலார்த் தொகுப்புகளும் கில்லிங்காவின் (Kyllinga) நிலத் தண்டின் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுமாகும்.

ஏறக்குறைய எல்லா கடைநிலைத் தாவர இனங்களிலும், ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களிலும், இரு விதையிலைக் குறுஞ்செடிகளிலும் புரோக்கேம்பியம் (procambium) என்ற ஆக்குத்திசு, பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களை தோற்றுவித்த பிறகு, தானும் அவைகளிலொன்றாக மாறி, கடைசியில் மறைந்து விடுவதினாலும், அல்லது அப்படியே நிலைத்து நின்றாலும், ஒரு குறிப்பிட்ட குறைந்த அளவிற்கு ஆக்குத்திசு செயலில் ஈடுபடுவதினாலும் அல்லது ஈடுபடாமலிருப்பதினாலும், மேற்கூறப்பட்ட உதாரணங்களிலெல்லாம் ஸெகண்டரி அல்லது குறுக்கு வளர்ச்சி ஏற்படுவதற்கு வேண்டிய சந்தர்ப்பம் அற்றுப்போகின்றது. ஆனால், அனேக இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களிலும் ஜிம்னோஸ்பர்ம்களிலும் இரு வகை வாஸ் குலார்த் திசுக்களிடையே (பிரைமரி ஃபுளோயம், ஸைலம்) புரோக்கேம்பியம் நிலைத்திருந்து பிரைமரி வளர்ச்சி முடிவடைந்த பிறகு அது வாஸ்குலார்க் கேம்பியமாக மாறி, ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்பட முக்கியமான ஆதாரமாக அமைந்து விடுகின்றது.

**ஸ்டீல் (Stele):** முன்னுள் உள்ளமைப்பியல் ஆய்வாளர்கள் வாஸ்குலார்த் தாவரங்களில் காணப்படுகின்ற பிரைமரி வாஸ் குலார் இழைக்கற்றை அல்லது தொகுப்பை, பிரைமரி வாஸ் குலார்த் திசு அமைவு முறையின் அடிப்படையான அலகாகக் கருதி வந்தார்கள். இந்தக் கருத்தின்படி, வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு என்பது பல வாஸ்குலார் இழைக்கற்றைகள் அல்லது தொகுப்பு களினாலாக்கப்பட்டது என்றும், அவைகளில் ஒவ்வொன்றும் தனிப் பட்டது என்றும் கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனால், பிற்காலத்திய ஆய்வாளர்கள் வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறையில் ஒரு ஐக்கியப் பாடு காணப்படுகின்றது என்ற அடிப்படைக் கருத்தை நிலைநாட்டு வதற்காக, ஸ்டீல் கோட்பாட்டை (concept) புகுத்தினார்கள். இதன் படி, பிரைமரி வாஸ்குலார் அமைவு முறை எத்தகையதாக இருந்த போதிலும்,அதுவே ஒரு அலகாக மதிக்கப்படுகின்றது. இந்த அலகில் வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் மட்டுமல்லாமல், அவைகளுடன் தொடர்

புற்றுக் காணப்படுகின்ற அடிப்படைத் திசுக்களும் ஒன்று சேர்ந்து ஏற்பட்ட கூட்டுத் தொகுப்பிற்கு ஸ்டீல் (stele) என்று பெயரிட்டழைத்தார்கள். இந்த சொல்லிற்கு கிரேக்க மொழியில் குழாய் (column) என்று பொருள். இந்த அடிப்படையில், ஸ்டீலார் கோட்பாடு (stelar theory) எழுந்தது. இதன்படி பிரைமரித் தண்டுகளின் வேர்களின் உள்ளமைப்பைப் பொருத்தமட்டில், ஒற்றுமை இருக்கின்றதென்றும், அவைகள் ஒவ்வொன்றும் மையத்தில் ஸ்டீல் என்று சொல்லப்படுகின்ற வாஸ்குலார்த் திசுக்களினுலாகிய பகுதியையும், இப்பகுதியைச் சூழ்ந்து புறணி என்ற பகுதியையும் பெற்றிருக்கின்றன எனவும் கருதப்படுகின்றது. இந்த ஸ்டீல் என்று குறிப்பிடப்படுகின்ற பகுதி, வாஸ்குலார்த் திசுக்களை மட்டுமல்லாமல், அவைகளினிடையே காணப்படுகின்ற இணைத் திசுவையும் (conjunctive tissue), அல்லது வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு இடைபட்ட திசுப் பகுதியையும், சில வேளைகளில், பித்தையும் (pith), பொந்துகளையும் (gaps), வாஸ்குலார்த் திசு பகுதிக்கு வெளிப்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற அடிப்படைத் திசுவையும், பெரிஸைக்கிளையும் (pericycle) குறிக்கின்றது. இந்த அடிப்படைகளில், பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறையில் காணப்படுகின்ற மாறுபாடுகளின் மூலம் வெவ்வேறு வகையான ஸ்டீல்களிருப்பதாக அறியப்படுகின்றது. இந்த ஸ்டீலார் கோட்பாடு சிலரால் அப்படியே ஒத்துக் கொள்ளப்பட்டும், வேறு சிலரால் ஒதுக்கப்பட்டுமிருக்கின்றது. வேறு சிலர் இதை மாற்றியமைத்துக் கொண்டிருக்கிறார்கள் மேலும் ஒரு சிலர் வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறையைக் குறிப்பதற்கு மட்டும், ஸ்டீல் என்ற சொல்லை பயன்படுத்தி வருகின்றார்கள். எப்படிஇருந்தபோதிலும், வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறையில் ஒரு ஒற்றுமையைக் காணுவதற்கும், ஒப்பினை ஆராய்ச்சிகளில் (comparative research) விரிவாக ஆராய்வதற்கு ஒரு தூண்டுகோலாகவும், இந்தக் கோட்பாடு பயன்படுத்தப்படுகின்றது என்பதை மறுக்க முடியாது. கடந்த காலங்களில், இந்தக் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக, ஸ்டீல்களைப் பொருத்து எண்ணிலடங்காத கலைச் சொற்கள் ஏற்பட்டிருக்கின்றன. அவைகளில் சிலவற்றைக் குறித்து இங்கு கவனிப்போம்.

வரலாற்றினடிப்படையில் ஆராயும்பொழுது, மிக எளியதாகவும், வாஸ்குலார்த் திசுவினுலான மையப்பாகத்தைப் பெற்றும், பித் இல்லாமலும் இருக்கின்ற வகை மிகவும் புராதனமானதும், தாழ்ந்த நிலையைக் குறிக்கக்கூடியதாகவும் கருதப்படுகின்றது. இப்படிப்பட்ட ஸ்டீலுக்கு புரோட்டோஸ்டீல் (protostele) என்று

பெயர். இந்த எளிய அமைப்பைப் பெற்றுள்ள ஸ்டீலில் சைலம் நடுமையத்திலும், அதைச் சூழ்ந்து வெளிப்புறமாக ஃப்ளோயம் தொடர்ச்சியாகவும் அமைந்திருக்கின்றது (படங்கள் 15.7; 15.9). புரோட்டோ ஸ்டீல்கள் கடைநிலை வாஸ்குலார்த் தாவர இனங்களிலும், சில, ஃபெர்ன்களிலும், ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் சில நீர்த் தாவரங்களிலும் காணலாம். இதே அடிப்படையில், வேர்களில் பித் இல்லாமல் நடுமையத்தில் சைலமிருக்கின்ற அமைவுகளையும் புரோட்டோ ஸ்டீல் என்று சிலரால் கூறப்படுகின்றது.

இந்த புரோட்டோஸ்டீல் அமைப்பில், பித் நடுப்பாகத்தில் உண்டாகும்பொழுது, இரண்டாவது வகையான ஸ்டீல் உண்டாகின்றது. இதை சைஃபனோஸ்டீல் (siphonostele) என்று கூறுகின்றார்கள். நடுமையத்தில் சைலத் திசுவிற்குப் பதிலாக பாரங்கைமா திசு அமைந்திருப்பதினால் இந்த அமைவு குழாய்க்கு சமமாகக் கருதப்படுகின்றது. இந்த வகை ஸ்டீலில், இரு உட்பிரிவுகள், சைலத்தைப் பொருத்து ஃப்ளோயம் அமைந்திருக்கின்ற முறையில் காணப்படுகின்றன. ஒரு வகையில், ஃப்ளோயம் திசு, சைலம் திசுவிற்கு வெளிப்புறமாக அமைந்திருக்கும். இந்த வகை புற ஃப்ளோய சைஃபனோஸ்டீல் (ectophloic siphnostele) என்றழைக்கப்படுகின்றது (படம் 15.3). மற்றொரு உட்பிரிவில் ஃப்ளோயம் திசு சைலம் திசுவிற்கு உள்ளும் புறமுமாகச் சூழ்ந்து இந்தத் திசுவிற்கு இரு பக்கங்களிலும் எண்டோடெர்மிஸ் (endodermis) திசு அடுக்கினால் வரையறுக்கப்பட்டிருக்கின்றது. உதாரணம்: அடியாந்தும் (Adiantum), மார்ஸிலியா (Marsilea). இந்த வகை இரு பக்க ஃப்ளோயம் சைஃபனோஸ்டீல் (amphiphloic siphonostele) (படம் 15.5) என்றும் அல்லது ஸொலினோஸ்டீல் (solenostele) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது (சைஃபன்ஸ் (siphons); ஸோலன் (solen); என்பவைகளுக்குக் கிரேக்கமொழியில் குழாய் (tube) என்று பெயர்). எளிய நிலையிலுள்ள ஸொலினோஸ்டீலைப் பெற்றுள்ள தாவர இனங்களில், இலைப் பொந்துகள் (leaf gaps) உண்டாவதில்லை. ஆனால், சில வகை சைஃபனோஸ்டீல்களை உடைய தாவர இனங்களில் மட்டும், இலைப் பொந்துகள் சிறியதாக உண்டாகி, ஒன்றுடன் மற்றொன்று பின்னப்படாத நிலையில் அமைந்திருக்கின்றன. ஆனால், ஸெலாஜினெல்லா (Selaginella) பேரினத்திலிருக்கின்ற சைஃபனோஸ்டீலில், இலைப் பொந்துகள் உண்டாவதில்லை. (படம் 15.4). இவ்வகை ஸ்டீல்களைப் பெற்றிருக்கின்ற தாவர இனங்களின் இடைக்கணுப் பாகத்தைக் குறுக்குவெட்டில் பார்க்கும் பொழுது, தொடர்ச்சியாக வட்ட வடிவத்தில் வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஃபெர்ன்களின் (Ferns) உயர்ந்த இனங்களில் பெரிய இலைப் பொந்துகள் உண்டாகி, அவை

கள் எல்லாம் பின்னப்பட்ட நிலையில் அமைந்திருப்பதினால், வாஸ் குலார்த் திசு அமைவு முறை, கூறுபட்டு, கடைசியில் பார்ப்பதற்கு ஒரு வலை போன்ற அமைப்பைப் பெறுகின்றன. இதன் விளைவாக உண்டாகின்ற ஒவ்வொரு கூறும் சூழ்வட்ட வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு (concentric vascular bundle) களுக்கான அமைப்பைப் பெற்று, ஒவ்வொன்றும் ஒரு மெரிஸ்டீல் (meristele) என்றழைக்கப் படுகின்றது. இந்த வகை வாஸ்குலார் அமைவு டிக்டியோஸ்டீல் (dictyostele) என்று கூறப்படுகின்றது (படம் 15.6). டிக்டியோ ஸ்டீல் எவ்வாறு சைஃபனோஸ்டீலுனுடைய ஒரு வகை மாற்றம் என்று கருதப்படுகின்றதோ, அதுபோல், வேறொரு வகையில் சைஃபனோஸ்டீலில் மாற்றம் ஏற்படுவதினால், அதாவது, புற ஃபுளோய சைஃபனோஸ்டீல் உயரப்போக்கில் பிளக்கப்படுவதன் மூலம் யூஸ்டீல் (eustele) என்று சொல்லப்படுகின்ற மற்றொரு வகை ஸ்டீலுண்டாகிறது. இந்த யூஸ்டில் வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறையில், ஒருங்கமைந்த அல்லது இருபுற ஒருங்கமைந்த வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு (collateral or bicollateral vascular bundle) உண்டாவதைப் பார்க்கலாம். மேலும், இந்த வகை ஸ்டீலில் ஏற்படுகின்ற இலைப் பொந்துகளும், தொகுப்பிடைப்பட்ட பகுதி களும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றை எளிதில் பிரித்தறிய முடியாத நிலை ஏற்படுவதையும் பார்க்கலாம் (படம் 15.1). இந்த யூஸ்டீலைத் தான் உயர்ந்த இனத் தாவரங்களில் குறிப்பாக இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களிலும், ஜிம்னோஸ்பர்ம்களிலும் காண்கின்றோம். இதைவிட சிக்கலான ஸ்டீலை, ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங் களில் காணலாம். இவற்றில் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் சித றுற்று பரவியிருக்கின்ற அமைப்பு முறையைப் பெற்றிருக்கின்ற காரணத்தினால், இது அடாக்டோஸ்டீல் (atactostele) என்றழைக் கப்படுகின்றது (படம் 15.2). அடாக்டோஸ் (atactos) எனும் சொல், கிரேக்க மொழியில் ஒழுங்கற்ற அமைவு என்று பொருள் படுகின்றது.

புரோட்டோஸ்டீல்களில் மூன்று வகைகளுண்டு. அவைகளா வன: (1) ஹேப்லோஸ்டீல் (haplostele). இதில் சைலம் தண்டின் நடுமையத்திலமைந்து, குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும் பொழுது வட்ட வடிவமான அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றது. இந்த வகையில், இது மிகவும் எளிய நிலையைக் குறிப்பதாகும். (படம் 15.9). இது ரீனியா (Rhynia), செலாஜினெல்லா (Selaginella) போன்றவைகளில் காணப்படுகின்றது. (2) ஆக்டினோஸ்டீல் (actinostele). இந்த வகையிலும், சைலம் முன் வகையினதைப் போல் அமைந்திருந்தாலும், குறுக்கு வெட்டில் அதைப் பார்க்கும் பொழுது அது நட்சத்திர வடிவத்தில் பலபக்க நீட்சிகளுடன்

அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 15.7). உதாரணம்: ஸிலோத்தும் (Psilotum). (3) பிளக்டோஸ்டீல் (Plectostele). இது முன் வகைகளை விடச் சிறிது உயர்ந்த நிலையை அடைந்திருப்பதாக மதிக்கப்படுகின்றது. இதில் சைலம் பல தட்டுகளாக உயரப் போக்கில் பிரிந்து அவைகளில் சில இணைந்தும், வேறு சில பிரிந்தும், தனித்தும் இருக்கலாம் (படம் 15.8). இந்த வகை ஸ்டீலைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, சைலம் பட்டைகள் போன்று காணப்படும் (படம் 15.8). உதாரணம்: லிக்கோபோடியும் (Lycopodium).

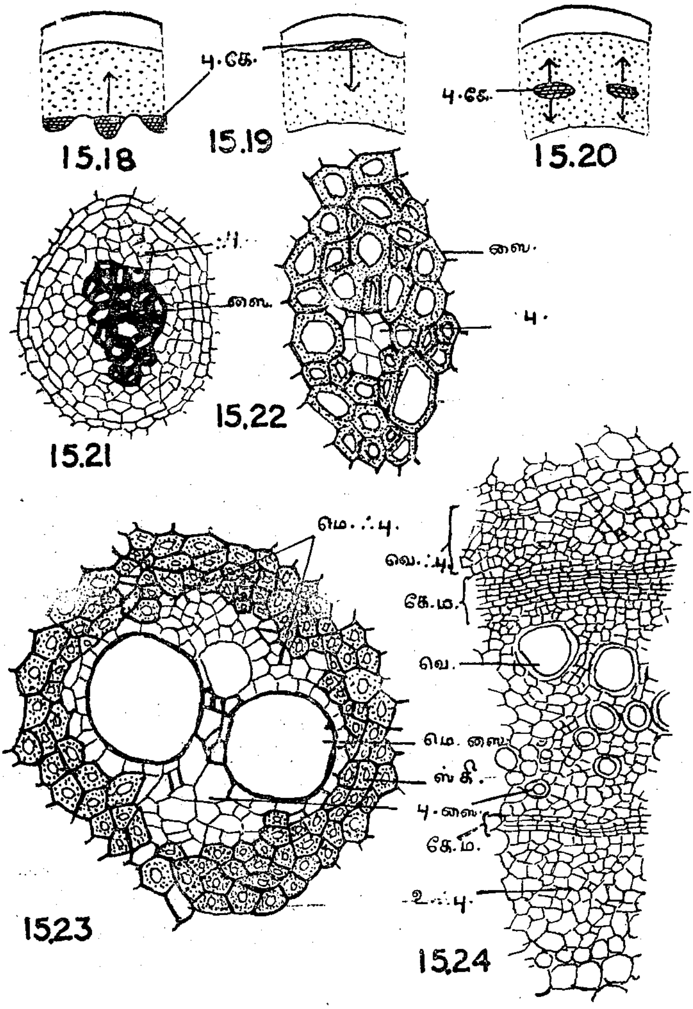
மராத்தியா (Marattia), தெரிடியும் (Pteridium), மத்தோனியா (Matonia) போன்ற பேரினங்களில் ஒரே மையமுள்ள இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட வட்டங்களில் வாஸ்குலார்த் திசு அமைந்திருக்கின்றதைக் குறுக்கு வெட்டில் தெளிவாகக் காணலாம். இப்படிப்பட்ட ஸ்டீல்களுக்கு பன் வட்ட ஸ்டீல்கள் (polycyclic steles) என்று பெயர்.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட மூன்று வகையான புரோட்டோ ஸ்டீல்கள் கடைநிலையிலுள்ள டெரிடோஃபைட்டா (Pteridophyta) அல்லது லிக்கோப்ஸிடா (Lycopsida) எனும் பிரிவில் காணப்படுகின்றன. அதே சமயத்தில், சைஃபனோஸ்டீலும், அதன் மாறுபட்ட வகைகளும் டெரிடோஃபைட்டாவின் உயர்ந்த இனங்களிலும், ஸ்பர்மட்டோ ஃபைட்டாவிலும் (Spermatophyta), (இவைகளை ஒன்று சேர்த்து டீராப்ஸிடா (Pteropsida) என்பர்) காணப்படுகின்றன. மேலும் இந்த டீராப்ஸிடா என்ற பிரிவு மற்ற பிரிவுகளான ஸிலோப்ஸிடா (Psilopsida), லிக்கோப்ஸிடா (Lycopsida), ஸ்ஃபினொப்ஸிடா (Sphenopsida) போன்றவைகளிலிருந்து இன்னொரு வகையிலும் மாறுபடுகின்றது.

புரோட்டோஸ்டீலிலிருந்து சைஃபனோஸ்டீல் எவ்வாறு பரிணாம அடிப்படையில் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்பதைக் குறித்து இருவகைக் கோட்பாடுகள் இருந்து வருகின்றன. ஒரு கோட்பாட்டின்படி, சைஃபனோஸ்டீலில் நடுமையத்தில் காணப்படுகின்ற பாரங்கைமாவினாலான பித், புரோட்டோஸ்டீலின் புறணி பாகத்திலிருக்கின்ற பாரங்கைமா மையத்தை நோக்கி உட்புகுவதினால் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்பதாகும். இரண்டாவது கோட்பாட்டின்படி, புரோட்டோஸ்டீலில் நடு மையத்திலிருக்கின்ற வாஸ்குலார்த் தோற்றுவிகள் சைலத்தை தோற்றுவிப்பதற்குப் பதிலாக பாரங்கைமாவைத் தோற்றுவிப்பதினால், பித் ஏற்பட்டு அதனால் சைஃபனோஸ்டீல் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகின்றது. இரண்டாவது கோட்பாட்டை ஏற்றுக்கொள்வதற்கு போதிய அளவிற்கு ஆதாரங்களிருக்கின்றன.

எண்டோடெர்மிஸ் (Endodermis) : எண்டோடெர்மிஸ் என்பது ஒரு சீர் வரிசை செல்களைப் பெற்று, வாஸ்குலார்த் திசுக்களுக்கு வெளிப்புறமாகவும் புறணிப் பாகத்துக்குட் புறமாகவும் அமைந் திருக்கக் கூடியதாகும். எண்டோடெர்மிஸ் செல்கள் உன்னத நிலையை அடைந்ததும் (specialized) அவைகளுக்கே உரித்தான சில சிறப்பான குணதிசயங்களைப் பெற்றுமிருப்பதைப் பார்க்கலாம். முதலாவதாக, எண்டோடெர்மிஸ் செல்கள் நெருக்கமாக, செல் லிடை வெளிகள் அற்று அமைந்திருக்கின்றன. இரண்டாவதாக, ஒவ்வொரு செல்லின் ஆரப்போக்கு (radial), குறுக்கு (transverse) செல்லுறைகள் தனிப்பட்ட சிறப்பான முறையில் ஒரு வகை செல்லுறைப் பொருளைப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த செல் லுறைப் பொருள் மற்ற செல்லுறைப் பொருள்களிலிருந்து இரசாயன அடிப்படையிலும், அமைவு முறை, தோற்றம் முதலிய அடிப்படைகளிலும் மாறுபட்டிருக்கின்றது. இந்த செல்லுறைப் பொருள் உண்டாகியிருக்கும்பொழுது இது பட்டையாகவோ அல்லது ஒரு சிறு துண்டாகவோ இருப்பதாகவும், செல்லுறையின் ஒரு அமைப்பாகவும் இருக்கின்றது என்று காஸ்பாரி (Caspary, 1865-66) என்பவர் கண்டு பிடித்ததன் அடிப்படையில், இந்த குறிப் பிட்ட செல்லுறைப் பாகத்திற்கு அவர் பெயரையே இட்டு, காஸ்பாரின் பட்டை அல்லது துண்டு (Casparian band or strip) என்று அழைக்கப்படுகின்றது (படம் 17.7).

எண்டோடெர்மிஸ் செல்களின் செல்லுறைகள், வளர்ச்சியின் தொடக்கத்திலிருந்து முதிர்ச்சி அடைகின்ற வரை நான்கு வகை யான நிலைகளில், மாற்றங்களை அடுத்தடுத்து அடைந்து கடைசியில் ஒரு நிரந்தர இயல்பை அடைவதாக சமீபகாலத்தில் அறிவிக்கப் பட்டிருக்கின்றது. முதல் நிலையில் ஆரப்போக்கு, குறுக்கு செல் லுறைப் பகுதிகளினுட்புறமாக, ஸுபரின், லிக்னின் என்ற பொருள்கள் படிந்து காஸ்பாரியன் பட்டை ஏற்படுகின்றது. இதையடுத்து, இரண்டாவது நிலையில், ஸுபரின் செல்லுறையின் உட்புறம் முழுவதும் பரவி ஒரு தனிப்பட்ட உறை ஏற்படுகின்றது. இதன் பின், மூன்ருவது நிலையில், செல்லுலோஸினுலான செகண்டரி செல்லுறை (சில வேளைகளில் லிக்னின் செல்லுலோ ஸுடன் கலந்து விடுவதுமுண்டு) இரண்டாவது நிலையிலேற்பட்ட ஸுபரின் செல்லுறை அடுக்கின் மேல் உட்புறமாக படிகின்றது. கடைசியாக, நான்காவது நிலையில் செல்லுலோஸினுலான செகண்டரி செல்லுறை இரசாயன அடிப்படையில் பல மாற்றங் களை அடைந்து அதன் விளைவாக ஃபினுலிக் கூட்டுப் பொருள் களையும் (phenolic compounds) வேறு சில வகையான பொருள் களையும் பெற்று மாறுபடுகின்றது. ஆகையால், செல்களின்




படம் 15.18 புரோக்கேம்பியத்திலிருந்து விரி மையப் போக்கில் வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுகின்ற விதம்.

படம் 15.19 புரோக்கேம்பியத்திலிருந்து குவி மையப் போக்கில் வாஸ்குலார்த் திசு தோன்றுகின்ற விதம்.

படம் 15.20 மையத்திலுள்ள புரோக்கேம்பியத்தின் இரு பக்கங்களிலும் சாற்றுக் குழாய்த் திசுக்கள் உண்டாகின்ற விதம்.

படம் 15.21 போலிபோடியும் உல்கேர் (Polypodium vulgare) ஃபுளோயம் சூழ் வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு குறுக்கு வெட்டு.

படம் 15.22 டிரஸினு (Dracaena sp.) ஸைலம் சூழ் ஸெகண்டரி வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு குறுக்கு வெட்டு (X 188).

படம் 15.23 ஸ்மிலாக்ஸ் (Smilax sp.) ஒரு விதையிலைத் தாவரத்தின் வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு (X 188). பு.கே. புரோக்கேம்பியம்; மெஃபு. மெட்டாஃபுளோயம்; மெ.ஸை. மெட்டா ஸைலம்; ஸ்கி. ஸ்கிலரங்கைமா; பு'ஸை. புரோட்டோ ஸைலம்; வாஸ்குலார்க் கேம்பிய மற்ற நிலைகளைக் கவனிக்கவும்.

படம் 15.24 குக்குர்பித்தா (Cucurbita sp.) இரு பக்க ஒழுங்கமைந்த வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு.

வெஃபு. வெளி ஃபுளோயம்; கே.ம. கேம்பிய மண்டலம்; வெ. வெஸல்; பு.ஸை. புரோட்டோ ஸைலம்; உஃபு. உள் ஃபுளோயம்.

வளர்ச்சியின் ஒவ்வொரு நிலையிலும், இரசாயன மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன என்பது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க உண்மையாகும்.

கடைநிலை வாஸ்குலார்த் தாவர இனங்களில் புறணிப் பாகத்திற்குட் புறமாகவும், வாஸ்குலார்த் திசுவிற்கு வெளிப்புறமாகவும், (சில வேளைகளில் பித்தை அடுத்து வெளிப்புறமாகவும், வாஸ்குலார்த் திசுவிற்கு உட்புறமாகவும்) ஃபெர்ன்களின் ஒவ்வொரு வாஸ்குலார்த் தொகுப்பைச் சுற்றி சூழ்ந்திருக்கின்ற உறையாகவும், ஸ்பர்மட்டோஃபைட்டாவின் (Spermatophyta) வேர்களிலும், நிலத் தண்டுகளில் ஒரு வகையான மட்ட நிலத்தண்டுகளிலும் (rhizomes) மேற்கூறிய இயல்புகளைப் பெற்றுள்ள எண்டோடெர்மிஸைத் தெளிவாகக் காணலாம். இரு விதையிலைத் தாவர இனங்கள், ஜிம்னோஸ்பர்ம்களின் காற்று வெளி சம்பந்தப்பட்ட தண்டுகளில், மேற்கூறப்பட்ட இயல்புகளுடன் கூடிய எண்டோடெர்மிஸ் காணப்படுவதில்லை.[1] ஆனால், சில குறிப்பிட்ட இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் இளந் தண்டு பாகங்களில், இந்த எண்டோடெர்மிஸுக்குப் பதிலாக தொடர்ச்சியான பாரங்கைமா ஸெல்களினுலான ஒரு சீர் அடுக்கு ஒன்று தரசமணிகளைப் (starch grains) பெற்றிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த வகையான ஸெல்லடுக்கு, அமைந்திருக்கின்ற இடத்தைப் பொருத்தும், அமைவு முறையைப் பொருத்தும் இது எண்டோடெர்மிஸ் என்று சிலரால் தவருகக் கூறப்பட்டு வருகின்றது. ஆனால், இது உண்மையான எண்டோடெர்மிஸுக்கு நிகரானதல்ல. ஆதலால் இந்த வகை ஒரு சீர் வரிசைத் திசு அடுக்கை எண்டோடெர்மிஸ் என்று கூறுவதற்குப் பதிலாக எண்டோடெர்மாய்ட் (endodermoid) அடுக்கு என்று கூறுவது சாலப் பொருத்தமாகும். அல்லது, இந்த அடுக்கு தரசப் பொருள்களைப் பெற்றிருக்கின்ற அடிப்படையில் இதை, தரச உறை (starch sheath) என்றும் அழைக்கலாம். உதாரணம்: லேக்டூக்கா (Lactuca), டிரோப்பியோலும் (Tropaeolum), ஸாக்ஸிஃபிரகேஸி (Saxifragaceae) யின் பேரினங்கள்.

**பெரிஸைக்கில் (Pericycle)** : பெரிஸைக்கில் எண்டோடெர்மிஸுக்கு உட்புறமாகவும் வாஸ்குலார்த் திசுவையடுத்து வெளிப்புறமாகவும், ஒன்று அல்லது, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பாரங்கைமாத் திசு அடுக்குகளினுலான ஒரு பகுதியாகும். இது கடைநிலை வாஸ்குலார்த் தாவர இனங்களின் தண்டுகளிலும், வேர்களிலும் எண்டோடெர்மிஸை அடுத்து உட்புறமாக அமைந்திருக்கின்றது. ஆனுல், ஜிம்னேஸ்பர்ம், ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களில் வாஸ்குலார்த் திசுப் பகுதியின் வரையறை வெவ்வேருக இருக்கின்ற காரணத்தினுல், பெரிஸைக்கிலே வரையறுத்து பிரிவுபடுத்துவது சிரமமாகும். உண்மையில் பார்க்கப்போனுல், உயர்ந்த வகைத் தாவர இனங்களின் தண்டுகளில் இந்தத் திசுவைப் பார்ப்பது அரிதாகின்றது. ஏனென்ருல், அவைகளெல்லாம் புறணியின் உள் செல்லடுக்குக்கு அடுத்தபடியாக, ஃபுளோயம் என்ற திசுவைப் பெற்றிருக்கின்றன. வேறு வகையாகக் கூறவேண்டுமானுல், இந்தப் பெரிஸைக்கில் என்பது (உயர்ந்த வகைத் தாவர இனங்களின் தண்டுகளைப் பொருத்து) தனிப்பட்ட வகைகளில் உண்டான ஒரு வகையான திசு அல்ல என்றும், அதே சமயத்தில் இது தோற்றத்தின் அடிப்படையில் ஃபுளோயம் திசு ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் பல வகை மாற்றங்களை அடைவதினுல் உண்டாகின்றது என்றும் சமீப காலத்தில் தெளிவாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. ஆதலால், பெரிஸைக்கில் என்று தவருகக் கூறப்படுகின்ற வேளைகளில், அது ஃபுளோயத்திலிருக்கின்ற திசுக்கள் மாற்றங்களடைவதின் மூலம் உண்டாகின்ற ஒரு திசுவையும், அதனுல் இதை அடிப்படை அல்லது ஆதாரத் திசுவின் ஒரு பகுதியாக முற்காலத்தில் நம்பப்பட்டது போல் இப்பொழுது கருத முடியாது என்பதும் நன்கு தெரிகின்றது.

## பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுவின் வளர்ச்சி ஒழுங்குமுறை (Order of development of primary vascular tissues)

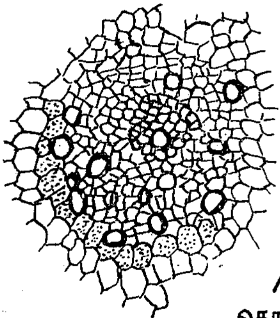
(1) குறுக்குப் போக்கு (Transverse direction) : தாவர இனங்களில் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் புரோக்கேம்பியம் **(procambium)** என்ற பிரைமரி ஆக்குத்திசுவிலிருந்து உண்டாவதாகத் தெரிந்து கொண்டோம். இப்பொழுது புரோக்கேம்பியத்திலிருந்து இந்த பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்கள், உறுப்புக்களையும், தாவர இனங்களையும் பொருத்து எவ்வாறு குறுக்குப் போக்கில் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன என்பதைக் குறித்து கவனிப்போம். இந்த வகையில் ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது, வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் குறுக்குப்போக்கு வளர்ச்சிமுறை தாவர இனங்களையும் அவைகளின் உறுப்புக்களையும் பொருத்து ஒரு சில, குறிப்பிட்ட

திட்டவட்டமான முறைகளிலும், ஒருமைப்பாட்டுடனும் ஏற்படுவதாகத் தெரிகின்றது. வாஸ்குலார்த் திசுக்களில் வளர்ச்சி ஏற்படுகின்ற பகுதிகள் புரோக்கேம்பிய செல்களின் வரம்புகளில் அமைந்திருக்கின்றன. ஸைலமும், ஃப்ளோயமும் ஒருங்கே பெற்றிருக்கின்ற வாஸ்குலார்த் திசுக்களை உண்டாக்குகின்ற புரோக்கேம்பியத்தில், திசுக்களின் வளர்ச்சியை ஏற்படுத்தக்கூடிய பகுதிகள் இரண்டாக இருப்பதைப் பார்க்கலாம். இவைகளில் ஒரு பகுதி ஸைலத்தையும் மற்றொரு பகுதி ஃப்ளோயத்தையும் தோற்றுவிக்கக் கூடியவைகளாகும். தண்டுகளையும், இலைகளையும் பொருத்த மட்டில், புரோக்கேம்பியத்தின் இரு வகையான பகுதிகள் ஆரப் போக்கிலும் (radially), வேர்களைப் பொருத்தமட்டில் பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் (tangential) அடுத்தடுத்தும் அமைந்திருக்கின்றன.

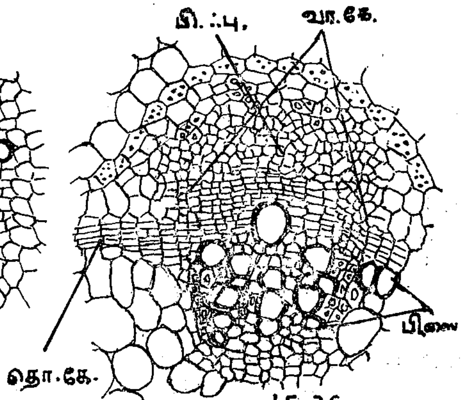
பிரைமரி ஸைலத்தைப் பொருத்தமட்டில் மூன்று வகைகளில் குறுக்குப் போக்கில் வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. முதல் முறையில் புரோக்கேம்பியத்தின் தோற்றுவிகளிலிருந்து முதன் முதலாகத் தோன்றுகின்ற தோன்றல்கள் தண்டின் நடு மையப் பாகத்திலிருந்து அப்பாற்பட்டிருக்கும். இந்த வளர்ச்சி முறையை காலப் போக்குடன் சம்பந்தப்படுத்திப் பார்க்கும்பொழுது, தோன்றல்கள் முதிர்ச்சியுறுகின்ற ஒழுங்குப்பாடு தோற்றுவிக்கப்படுகின்ற புள்ளியிலிருந்து (point) தண்டின் நடுமையப் பகுதியை நோக்கி ஆரப் போக்கில் ஏற்படுகின்றதினால் இப்படிப்பட்ட வளர்ச்சியை குவி மையப் போக்கு வளர்ச்சி (centripetal growth) என்று கூறப்படுகின்றது (படம் 15.19). இதற்கு மாறாக, தோற்றுவிக்கப்படுகின்ற புள்ளியிலிருந்து ஆரப்போக்கில் வெளிப் புறத்தை நோக்கி, தோன்றல்கள் முதிர்ச்சியடைந்து வரும்பொழுது, அப்படிப்பட்ட வளர்ச்சி விரி மையப் போக்கு வளர்ச்சி (centrifugal growth) என்றழைக்கப்படுகின்றது (படம் 15.18). மூன்றாவது முறையில், ஸைலத்தின் வளர்ச்சியும் முதிர்ச்சியுறுகின்ற ஒழுங்குப்பாடும் மேற்கூறப்பட்ட இரு வகைகளிலும் ஏற்படும்; அதாவது, குவி மையப் போக்கிலும், விரி மையப் போக்கிலும் அல்லது இவைகளன்றி வேறு வகையான போக்குகளிலும் ஏற்படக்கூடும். ஆக, பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுவில், குறிப்பாக, பிரைமரி ஸைலம் வளர்ச்சியுற்று முதிர்ச்சியடைகின்ற ஒழுங்குப்பாடு மேற்கூறப்பட்ட மூன்று வகைகளில் ஏற்படலாம். பிரைமரி ஸைலம் மேற்கூறப்பட்ட முறைகளில் எந்த முறையில் ஏற்பட்டாலும் பிரைமரி ஃப்ளோயத்தைப் (அக ஃப்ளோயத்தைத் (internal phloem) தவிர்த்து) பொருத்த மட்டில் அது எப்பொழுதும் குவி மையப் போக்கில் வளர்ச்சியையும் முதிர்ச்சியையும் பெறுகின்ற ஒழுங்குப்பாட்டைக் கொண்டிருக்

கிறது. இந்த மூன்று வகைகளில் முதிர்ச்சியுறுகின்ற அடிப்படை போக்குகளின் விளைவாக, மூன்று வகையான ஸைலம் தொகுப்புகள் அல்லது இழைக்கற்றைகள் (xylem groups or strands) உண்டாகின்றன. குவி மையப் போக்கில் வளர்ச்சியும், முதிர்ச்சியுறுகின்ற போக்கும் ஏற்பட்ட பிறகு ஸைலம் தொகுப்பு எக்ஸார்க் (exarch) என்று கூறப்படுகின்றது. இந்த வகை ஸைலத்தை, ஆக்ஸிஸின் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, புரோட்டோஸைலம் (protoxylem) வெளிப்புறத்தை நோக்கியும், மெட்டாஸைலம் (metaxylem) உட்புறத்தை நோக்கியும் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படங்கள் 17.2;17.5). உதாரணம், ஸ்பர்மட்டோஃபைட்டாக்களின் வேர்களைக் கூறலாம். விரி மையப் போக்கில் ஏற்பட்ட வளர்ச்சி முதிர்ச்சியுறுகின்ற போக்கின் விளைவாக ஏற்பட்ட ஸைலம் தொகுப்பிற்கு எண்டார்க் (endarch) என்று பெயர் (படங்கள் 15.26;15.31). இந்த வகை ஸைலத்தில் முன் வகைக்கு மாறுபட்ட நிலையில் முதன் முதலாகத் தோன்றிய புரோட்டோஸைலம் ஆக்ஸிஸின் உட்புறத்தை நோக்கியும், பிற்பட்டுத் தோன்றிய மெட்டாஸைலம் வெளிப்புறத்தை நோக்கியும் அமைந்திருக்கின்றன. உதாரணம்: ஸ்பர்மட்டோஃபைட்டாவின் தண்டுகள், வளர்ச்சி முறையும், முதிர்ச்சியுறுகின்ற போக்கும் குவி, விரி மையப் போக்குகளிலும் அல்லது அதிகப்படியான போக்குகளிலும் ஏற்படுவதின் விளைவாக மீஸார்க் (mesarch) ஸைலம் உண்டாகின்றது (படம் 16.25).

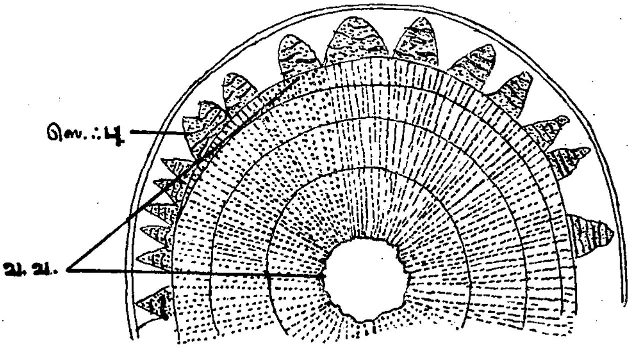
(2) உயரப்போக்கு (Longitudinal direction): முற்பகுதியில் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் எந்தெந்த முறைகளில் ஆக்ஸிஸுக்குக் குறுக்குப் போக்கில் புரோகேம்பியத்திலிருந்து தோன்றி முதிர்ச்சியடையக் கூடும் என்று தெரிந்து கொண்டோம். இப்பொழுது, உயரப்போக்கில் எந்தெந்த முறைகளில் ஆக்குத் திசுவின் வளர்ச்சியும், வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் வளர்ச்சியும் ஏற்படுகின்றதென்பதைக் கவனிப்போம். முதன் முதலாக, இந்த ஆராய்ச்சிகளின் முடிவாகத் தெரிகின்ற உண்மை என்னவென்றால், தண்டின் நுனிப்பாகங்களில் அப்பொழுதுக்கப்பொழுது அடுத்தடுத்து உண்டாகின்ற இலை ஆதாரங்கள் (leaf primordia) தோன்றுகின்ற காலம், எண்ணிக்கை, வளர்ச்சி நிலைகள் (stages of growth) முதலியவைகளைப் பொருத்து பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களெல்லாம் தோன்றி வளர்ச்சியையும், வளர்ச்சி மாற்றங்களையும் அடைகின்றன என்பதாகும். உயரப்போக்கில் மேன் மேலும் தொடர்ச்சியாக வளர்ந்து வருகின்ற பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களைக் கவனிக்கும்பொழுது கீழ்க்காணும் உண்மைகள் தெரிய வருகின்றன. அவைகளாவன: (1) பிரைமரி



15.25




15.26




15.27

படங்கள் 15.25—15.27.

படம் 15.25 ஸெராத்தோஃபில்லும் (Ceratophyllum) தண்டின் குறுக்கு வெட்டு. விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படம் 15.26 ரிஸினுஸ் கொம்மூனிஸ் (Ricinus communis) வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு, வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு இடைப்பட்ட பகுதிகளின் குறுக்கு வெட்டு.

பி.ஃபு. பிரைமரி ஃபுளோயம்; வா.கே. வாஸ்குலார்க் கேம்பியம்; பி.சை. பிரைமரி சைலம்; தொ.கே. வாஸ்குலார்த் தொகுப்பிடைப்பட்ட கேம்பியம்.

படம் 15.27 தீலியா அமெரிக்கானு (Tilia americana) ஸெகண்டரி வளர்ச்சியுற்ற தண்டின் குறுக்கு வெட்டு (X 9).

வ.வ. வளர்ச்சி வட்டங்கள்; செ.ஃபு. ஸெகண்டரி ஃபுளோயம்.

ஃபுளோயம், பிரைமரி சைலத்திற்கு முற்பட்டுத் தோன்றுவது. (2) பிரைமரி ஃபுளோயம், நுனி நோக்கி (acropetal) வளர்ச்சி மாற்றங்களைப் படிப்படியாக அடைந்து கொண்டு தண்டிலிருந்து இலையை நோக்கிச் செல்வது. (3) பிரைமரி சைலம் ஒரு குறிப்

பிட்ட வளர்ச்சி நிலையிலுள்ள இலை ஆதாரங்களின் அடிப்பாகத்தில் முதன் முதலாகத் தோன்றி, அந்தப் பாகத்திலிருந்து ஸைலம் இருபக்கங்களிலும் அதாவது, ஒரு பக்கத்தில் இலை ஆதாரத்தை நோக்கி மேல் புறமாகவும் (acropetal), மற்ளுெரு பக்கத்தில் தண்டு பாகத்தை நோக்கிக் கீழ்ப்புறமாகவும் (basipetal) வளர்ச்சி மாற்றங்களை அடைந்து வருவது. இந்த வகை வளர்ச்சியை இரு போக்கு வளர்ச்சி மாற்றம் (bidirectional differentiation) என்று கூறலாம் (படம் 15.16). வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் வளர்ச்சி முறையைப் பொருத்த உண்மைகள் இவ்வாறிருக்க, இவைகளுக்கு ஆதாரமாக இருக்கின்ற புரோக்கேம்பியம் எப்பொழுதும் நுனிப் பாகத்தில் தோன்றுகின்ற இலை முட்டுகளுக்குக் (buttress) கீழ்ப் பக்கத்தில் தோன்றுகின்றது. இந்த இலை முட்டு மென்மேலும் வளர்ந்துகொண்டு வரும்பொழுது அதனுடைய புரோக்கேம்பியம் தண்டின் புரோக்கேம்பியத்துடன் சேர்ந்து தொடர்ச்சியுற்று வளர்கின்றது. புரோக்கேம்பியம் செல்கள் வளர்ச்சி மாற்றங்களினுல் வாஸ்குலார்த் திசுக்களை உண்டாக்குவது, வெவ்வேறு இனங்களிலும், உறுப்புக்களிலும் புரோக்கேம்பியத்தின் வெவ்வேறு வளர்ச்சி நிலைகளைப் பொருத்திருக்கின்றது. தண்டின் நுனிப் பாகத்தில் மேற்கூறப்பட்ட வகைகளில் வளர்ச்சி மாற்றங்களும், நிகழ்ச்சிகளும் ஏற்பட்டுக்கொண்டு வருவதினுல், பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் தோன்றிக் கொண்டுவருகின்ற இலைகளைப் பொருத்து தொடர்புற்று உண்டாகின்றன.

**ஒரு விதையிலைத் தாவரத் தண்டின் உள்ளமைப்பு :** ஒரு விதையிலைத் தாவரத்தின் உள்ளமைப்பை இரு விதையிலைத் தாவர இனத்தின் இளந்தண்டுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது, இந்த இரு வகைகளுக்கிடையே மேலெழுந்த வாரியாக பல வேற்றுமைகள் இருப்பதாகக் கூறப்பட்டு வந்தாலும், முன் வகையின் அமைப்பு, பின் வகையினதிலிருந்து ஒரே ஒரு சிறப்பான அடிப்படை இயல்பினுல் வேறுபட்டிருக்கின்றது. ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களுக்கிடையே, வெவ்வேறு குடும்பத்தில், வெவ்வேறு வகையான உள்ளமைப்புகள் காணப்படுவது இயல்பாகும். ஆனுல், இந்த வேறுபாடுகள் எல்லாம் அவையவைகளின் வளர்முறைகளையும் (habit), வாழ் இடங்களையும் (habitats) பொருத்து ஏற்படுபவைகளாகக் கருதப்பட்டு வருகின்றன. ஒரு விதையிலைத் தாவர இனத்தின் தண்டில் பல வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுண்டாகி அவைகளெல்லாம் ஒரு ஒழுங்கற்ற முறையில் அமைந்திருப்பதாக, பொதுவாக, கூறப்பட்டு வருகின்றது (படம் 15.33). ஆனுல், இந்த இயல்பு ஒரு விதையிலைத் தாவரத்தின் எல்லா பேரினங்களிலும் காணமுடிவதில்லை. இந்த அடிப்படையில் ஒரு விதையிலைத் தாவர

இனத்தை அறிந்து கொள்வது சிரமமாகும். ஏனென்றால், இதற்கு மாறாக, சில ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில், இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் இளந்தண்டுகளில் இருப்பது போல், குறைந்த அளவில் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் உண்டாகி அவைகள் பின் வகையிலிருப்பதுபோல் ஒரு ஒழுங்கான முறையில் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஆதலால், வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளின் எண்ணிக்கை, அமைவு முறை முதலியவைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களை இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களிலிருந்து வேறுபடுத்துவது இயலாத காரியமாகும். இதற்கு மாறாக, ஒரு விதையிலைத் தாவர இனத்தின் வாஸ்குலார்த் தொகுப்பில், வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் அற்ற நிலை ஒன்று தான் (ஏறக்குறைய 19 குடும்பங்களின் சில பேரினங்களைத் தவிர்த்து) அடிப்படையான வேற்றுமையாக இரு விதையிலைத் தாவர இனத்திற்கும், ஒரு விதையிலைத் தாவர இனத்திற்கும் அமைந்திருக்கின்றது என்று கூறலாம். ஒரு விதையிலைத் தாவர இனத்தின் பேரினங்களில் அப்படியே வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் உண்டாகி இருந்தாலும், அது செயல்படுகின்ற முறையும், அதனுடைய உள்ளமைப்பும், இரு விதையிலை வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்திலிருந்து வேறுபடுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு விதையிலை வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தில் ரே தோற்றுவிகள் கிடையாது. மேலும், அது செயல்படும்பொழுது, ஒரு மிகக் குறைந்த அளவிலும், குறிப்பிட்ட காலம் வரையிலும் தான் செயல்படுகின்றது.

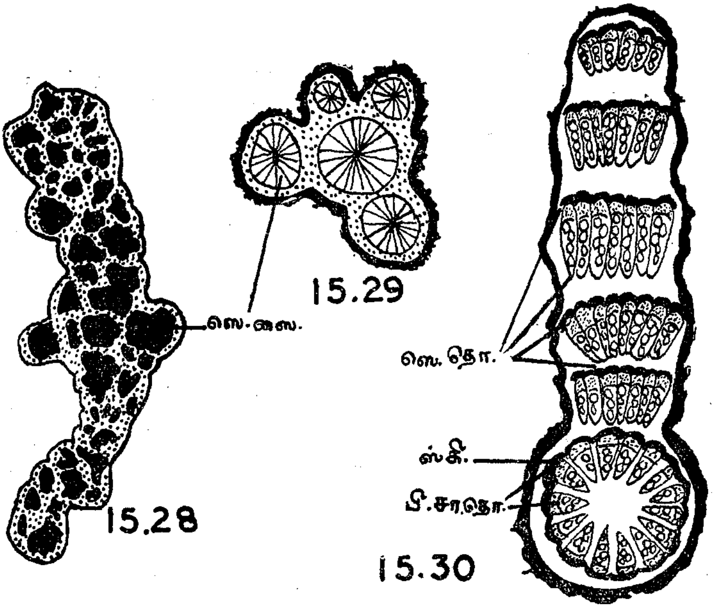
செகண்டரி அல்லது குறுக்கு வளர்ச்சி (**Secondary growth or increase in girth**) : செகண்டரி வளர்ச்சி என்பது அனேகமாக எல்லா இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களிலும், ஜிம்னோஸ்பர்ம்களிலும் சிறப்பானதொரு இயல்பாக அமைந்திருக்கின்றது. சில வகை ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் மட்டும், மேற்கூறிய தாவரப் பிரிவினங்களில் ஏற்படுவதற்கு மாறான மற்றொரு வகையில் செகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. மேலும், மறைந்த தாவரங்களின் சில இனங்களிலும் கூட செகண்டரி அல்லது குறுக்கு வளர்ச்சி ஏற்பட்டிருப்பதாகத் தெரிகின்றது. தற்காலத்திய கடைநிலை வாஸ்குலார்த் தாவர இனங்களில் பொதுவாக செகண்டரி வளர்ச்சி அரிதாகக் காணப்பட்ட போதிலும், குறிப்பாக இஸோயித்திஸ் (**Isoetes**), பொத்ரிக்கியும் (**Botrychium**) என்பவைகளில் இந்த வகை வளர்ச்சி ஓரளவிற்கு ஏற்படுகின்றது என்று அறிகின்றோம்.

செகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுவதற்கு ஆதாரமான செகண்டரி ஆக்குத்திசுவாகிய வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் (**vascular cambium**) பிரைமரி ஆக்குத்திசுவாகிய புரோக்கேம்பியத்திலிருந்து தாவர

இனங்களின் ஒரு குறிப்பிட்ட வளர்ச்சி நிலையில் உண்டாகிறது என்பதை முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம். புரோக்கேம்பியம், பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களை உண்டாக்கிய பிறகு எஞ்சியிருக்கின்ற புரோக்கேம்பியம் மேற்கொண்டு வளர்ச்சி மாற்றங்களை அடைந்து வாஸ்குலார்க் கேம்பியமாக மாறுகின்றது. ஆதலால், வாஸ்குலார்க் கேம்பியமும், புரோக்கேம்பியமும் தோற்றத்தினடிப் படையில் இரு வளர்ச்சி நிலைகளைக் குறிக்கின்ற ஒரே ஆக்குத்திசு என்று கூறுவது பிழையாகாது. வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் ஒவ்வொரு வாஸ்குலார்த் தொகுப்பின் மையத்தில் தோன்றுவதனால் இது தொகுப்பு கேம்பியம் அல்லது வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் (**fascicular cambium or vascular cambium**) என்று கூறப்படுகின்றது (படங் கள் 15.24; 15.26). ஸெகண்டரி வளர்ச்சியின் தொடக்கத்தில் இரு தொகுப்புகளுக்கிடைபட்டப் பாரங்கைமா (**interfascicular parenchyma**) பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் ஸெல் பிரிதல்களையடைந்து ஆக்குத்திசுவாக மாறி இரு பக்கங்களிலும் படிப்படியாகப் பரவி, கடைசியில் வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்துடன் இணைந்து ஒரு தொடர்ச்சியான ஆக்குத்திசுவாகவும் குறுக்கு வெட்டில் இப்பொழுது பார்க்கும்பொழுது, வளையம் போன்றும் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். தொகுப்புகளுக்கிடைப்பட்ட பாரங்கைமா பகுதிகளிலிருந்து உண்டாகின்ற ஆக்குத்திசு தொகுப்பிடைப் பட்டக் கேம்பியம் (**interfascicular cambium**) என்று கூறப்படுகின்றது (படம் 15.26). ஆகவே, தாவர இனங்களில் ஏற்படுகின்ற ஸெகண்டரி வளர்ச்சியின் தொடக்கத்தைக் கவனிக்கும்பொழுது, ஸெகண்டரி வளர்ச்சிக்கு வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் மட்டும் ஏதுவாக இருக்கின்றது என்று கூறுவதற்குப் பதிலாக வாஸ்குலார்க் கேம்பியமும் புதிதாகத் தோன்றுகின்ற தொகுப்பிடைப்பட்டக் கேம்பியமும் ஒன்று சேர்ந்து ஸெகண்டரித் திசுக்களைத் தோற்றுவித்து ஸெகண்டரி வளர்ச்சியை ஏற்படுத்துகின்றது என்று கூறுவது மிகப் பொருத்தமாகும். மேலே கூறப்பட்ட இரு முறைகளிலுண்டான நிலையைக் கவனிக்கும்பொழுது, இவைகள் ஒரு வளையம் (**ring**) போன்று அமைந்து இதற்கு இரு புறங்களிலும் தோன்றல்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. வெளிப்புறமாகத் தோன்றுகின்ற தோன்றல்கள் ஸெகண்டரி ஃப்ளோயம் திசுவாகவும், உட்புறமாகத் தோன்றுபவைகள் ஸெகண்டரி ஸைலம் திசுவாகவும் சிக்கலான வளர்ச்சி மாற்றங்களை முறையே அடைந்து உண்டாகின்றன. ஒரு உண்மையான கேம்பியத்தில் இரு வகையான தோற்றுவிகளிருப்பதாகவும் (ஃபூசிஃபாம், ரேத் தோற்றுவிகள்) அவைகளில் குறிப்பாக பூசிஃபாம் தோற்றுவிகளில் நுனி நுழைவு வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றதென்றும், பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் (பெரிக்கிலைனல்) ஸெல் பிரிதல்கள் மூலம் புதிதாக ஸைலத்தையும், ஃப்ளோயத்தையும்

ஏற்படுத்துகின்றன என்றும் முன் அத்தியாயத்தில் விரிவாகத் தெரிந்து கொண்டோம்.

**பொதுப்படையான ஸெகண்டரி வளர்ச்சி (Common form of secondary growth) :** பிரைமரி ஸைலத்திற்கும், பிரைமரி ஃப்புளோயத்திற்கும் இடைப்பட்டிருக்கின்ற வாஸ்குலார்க் கேம்பியம், எப்பொழுதும், எந்த ஒரு அளவிற்கு ஸெகண்டரித் திசுக்கள் உண்டான போதிலும், மாறுபடாமல் அதே நிலையிலிருந்து கொண்டு, அதற்கு உட்புறத்தில் ஸெகண்டரி ஸைலத்தையும் வெளிப் பக்கத்தில் ஸெகண்டரி ஃப்புளோயத்தையும் தோற்றுவிக்கின்றது என்பது குறிப்பிடத்தக்க உண்மையாகும். வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் தோன்றுகின்ற முறைகள் அது செயல்படுகின்ற வகைகள் முதலியவைகளைப் பொருத்து, அதை மூன்று வகைகளாகப் பிரித்து அறியலாம். இந்த வேறுபாடுகளுக்கு பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுவின் அமைவு முறை வேறுபாடுகளும் ஓரளவிற்கு காரணமாக இருக்கின்றது என்று கூறலாம். அவைகளாவன : (1) பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் தொடர்ச்சியாக ஒரு உருளை போன்று அமைந்திருக்கின்ற தாவர இனங்களின் இடைக்கணுப் பாகங்களில் (தொகுப்பிடைப்பட்ட பாரங்கைமா பகுதி மிகக் குறுகலாக இருப்பதைக் கவனிக்கவும்) ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படும் பொழுது, ஸெகண்டரித் திசுக்களும் அதே முறையில் அமைகின்றது. அதாவது, பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களில் காணப்படுகின்ற அதே அமைவு முறை ஸெகண்டரி திசுக்களிலும் காணப்படுகின்றது. உதாரணம்: டீலியா (Tilia), ஸோலனேஸி (Solanaceae) குடும்பத்தின் இனங்கள், வெரோனிக்கா (Veronica) முதலியவைகளாகும். (2) கோனிஃபர்கள் (Conifers), ரிஸினூஸ்(Ricinus), புருனூஸ் (Prunus), ஸாலிக்ஸ்-(Salix) போன்றவைகளில் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் தொடர்ச்சியற்று அமைந்திருக்கின்ற நிலைகளில் அவைகள் பல இழைக்கற்றைகளாக (strands) அல்லது தொகுப்புகளாகக் (bundles) காணப்படும். இந்த வகை இனங்களில் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் வெவ்வேருகத் தனிப்பட்டத் தொகுப்புகளாக அமைந்திருந்தபோதிலும், ஸெகண்டரி திசுக்கள் தொடர்ச்சியான உருளை போன்று ஏற்படுகின்றது. (3) பிரைமரி திசுக்கள் இரண்டாவது வகையில் விவரிக்கப்பட்டது போல் அமைந்திருக்கின்றன. ஆனுல், தொகுப்பிடைப்பட்ட பாரங்கைமா பாகம் அகலமானதாக இருக்கின்றது. இப்படிப்பட்ட உள்ளமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்ற (உதாரணங்களாகிய அரிஸ்தோலோக்கியா (Aristolochia), வித்திஸ் (Vitis) இடைக்கணுப் பாகங்களில் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படும்பொழுது, ஸெகண்டரி திசுக்கள் ஏறக்குறைய பிரைமரி வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளின் எல்லைக் குட்டட்டு, பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் இழைக்கற்றை




படங்கள் 15.28—15.30. தனிப்பட்ட ஸெகண்டரி வளர்ச்சி வகைகள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும். எல்லாப் படங்களும் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்களையே குறிக்கின்றன.

படம் 15.28 பாஹினியா லாங்ஸ்டார்ஃபியானா (Bauhinia longsdorffiana)

படம் 15.29 தீனோவியா ஸ்காண்டன்ஸ் (Thinovia scaudens)

படம் 15.30 நீத்தும் (Gnetum sp).

ஸெ.ஸை. ஸெகண்டரி ஸைலம்; ஸெ.தொ. ஸெகண்டரி வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள்; ஸ்கி. ஸ்கிலரங்கைமா; பி.சா.தொ. பிரைமரி வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள்.

அல்லது தொகுப்புபோன்ற அமைவு முறையையே இறுதி வரையில் பெற்று ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. அதே சமயத்தில், தொகுப்பிடைப்பட்ட ஆக்குத்திசு, ஸெகண்டரி ஸைலத்தையும், ஸெகண்டரி ஃப்புளோயத்தையும் உண்டாக்குவதற்குப் பதிலாக, ரே பாரங்கைமாவைத் (ray parenchyma) தோற்றுவிக்கின்றது. இவ்வாறு ஸெகண்டரி ஸைலமும், ஸெகண்டரி ஃப்புளோயமும் ஒரு தொகுப்பாகவும், ரே பாரங்கைமா மற்றொரு தொகுப்பாகவும் அவைகள் முறையே தனிப்பட்டு வெவ்வேறாகத் தொடர்ந்து உண்டாகிக் கொண்டிருக்கின்ற தண்டை, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்பட்ட பிறகு குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, திசுக்களுக்கிடையே ஒரு பிளவுபட்ட அமைப்பைக் காணமுடிகின்றது (படம் 15.32). மேற்

கூறப்பட்ட வகைகளில், ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக் கொண்டு வரும்பொழுது, தண்டுகளுக்கு வெளிப்புறமாகவும் வேறு வகையான ஸெகண்டரித் திசுக்கள் மற்ரொரு வகையான ஆக்குத்திசுவாகிய ஃபெல்லோஜன் *(phellogen)* என்பதினுல் உண்டாக்கப்பட்டு பெரிடெர்ம் *(periderm)* உண்டாவதும் ஸெகண்டரி வளர்ச்சியின்பால் பட்டதாகும். ஸெகண்டரி வளர்ச்சி தண்டுகளில் மட்டுமல்லாமல், கிளைகளிலும், வேர்களிலும், ஒரு குறிப்பிட்ட குறைந்த அளவில் இலைக் காம்புகளிலும் *(petioles)*, இலைகளின் முக்கிய நரம்புகளிலும் ஏற்படுகின்றது. ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக்கொண்டு வருகின்ற பாகங்களில் உள்ளும் புறமும் ஏற்படுகின்ற பல வகையான மாற்றங்களில் குறிப்பாக குறுக்களவு அதிகரிப்பு வெளிப்படையாகக் காணப்படக்கூடிய ஒரு முக்கியமான மாற்றமாகும்.

புறம்பான பிரைமரி உள்ளமைப்புகள் (Uncommon primary structure) :

*(1)* சுருக்கப்பட்ட வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு அமைப்பு (Contracted vascular system) : இரு விதை இலை நீர் வாழ்த் தாவர இனங்களில் சிலவற்றில் (ஸெராத்தோஃபில்லும் *(Cerataphyllum)*, பித் *(pith)* பாகம் மறைந்து வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு சூழ் வட்ட வகையைச் *(concentric type)* சார்ந்ததாக இருக்கின்றது. இந்த வகை வாஸ் குலார்த் தொகுப்பு அமைப்பு தனிப்பட்டத் தொகுப்புகளாக இருந்தவைகள் ஒன்று சேர்ந்து இணைந்து சுருங்கி விடுவதினுல் நடு மையத்தில் மட்டும் ஸைலத்தைப் பெற்று ஏற்பட்டிருக்கின்றது என்று கருதப்படுகின்றது (படம் 15.25).

*(2)* பாலிஸ்டீலிக் அமைப்பு *(Polystelic structure)* : ஒவ்வொரு ஸ்டீலும், எண்டோடெர்மிஸ், பெரிஸைக்கில் என்பவைகளினுல் வரையறுக்கப்பட்டு பல ஸ்டீல்கள் உண்டாகின்றன. ஒவ்வொரு ஸ்டீலின் நடுவில் பித் என்ற பாகம் ஏற்பட்டோ அல்லது ஏற்படா மலோ இருக்கலாம். மேலும், ஸ்டீல்கள் வளையம் போன்ற அமை வுடனே அல்லது ஒரு ஒழுங்கற்ற முறையில் சிதறுற்ற அமைவுடனே தண்டுகளில் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். இப்படிப்பட்ட பாலிஸ்டீலிக் அமைப்பு இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் அரிதாகக் காணப்படுகின்றது (உதாரணங்கள் : நிம்ஃபியா *(Nymphaea)*, விக்தோரியா ரீஜியா *(Victoria regia)*.

பித், புறணி வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் *(Medullary and cortical vascular bundles)* : இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில்

பெரும்பாலானவைகள், பித் என்ற பகுதியிலும் அல்லது புறணி பாகத்திலும் அல்லது இந்த இருபாகங்களிலும் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளைப் பெற்றிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இவைகள் சாதாரணமாக ஏற்பட்டிருக்கின்ற வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுக்கு மேற்பட்டு, கூடுதலாக, புறணி, பித் பாகங்களில் உண்டாகின்றன. பித் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் அமரந்தேஸி (**Amaranthaceae**), கீனோபோடியேஸி (**Chenopodiaceae**) முதலிய குடும்பங்களில் காணலாம் (படம் 15.37). இதுபோல், புறணி வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் பாரிங்தோனியா (**Barringtonia**), நிக்தாந்தஸ் (**Nyctanthes**) போன்றவைகளில் காணப்படுகின்றன (படம் 15.36).

**ஸெகண்டரி வளர்ச்சியின் தனிப்பட்ட வகைகள் (Special types of secondary growth):**

**இரு விதையிலைத் தாவர இனங்கள் :** மேலே விவரிக்கப்பட்ட ஸெகண்டரி அல்லது குறுக்கு வளர்ச்சி ஸ்பர்மட்டோஃபைட்டாவில் பொதுவாக ஏற்படுகின்ற முறையைக் குறிப்பதாகும். ஆனால், இரு விதையிலை, ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் சில குடும்பங்களிலுள்ள எல்லா பேரினங்களிலும், அல்லது சில குடும்பங்களின் ஒரு சில பேரினங்களிலும், அல்லது சில பேரினங்களின் எல்லா அல்லது சில சிற்றினங்களிலும், ஸெகண்டரி வளர்ச்சி பொதுவாக ஏற்படுகின்ற நிகழ்ச்சிகளுக்கு மாறாக, குறிப்பிடத்தக்க தனிப்பட்ட முறைகளில் வளர்ச்சி மாறுதல்கள் ஏற்பட்டு, அவைகளின் விளைவாகக் கடைசியில் அவைகளுக்குரிய சிறப்பான முறையில் திசு அமைவுகளைப் பெற்று, விசித்திரமான குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்களும் குறுக்கு வளர்ச்சியும் ஏற்படுகின்றன. இப்படி மாறுபட்ட ஸெகண்டரி வளர்ச்சி முறைகளை ஒழுங்குக்கு மீறிய அல்லது முறை தவறிய ஸெகண்டரி வளர்ச்சி (**anomalous secondary growth**) என்று எல்லோராலும் அடிக்கடி விவரிக்கப்படுவதற்குப் பதிலாக ஒரு சில காரணங்களினால் தனிப்பட்ட வகைகளில் ஏற்படுகின்ற ஸெகண்டரி வளர்ச்சி என்று கூறுவது பொருத்தமாக தெரிகின்றது. ஏனென்றால், ஸெகண்டரி வளர்ச்சி தனிப்பட்ட வகைகளிலேற்படுகின்ற இனங்களைப் பொருத்து பார்க்கும்பொழுது, அது அவைகளுக்குரிய சாதாரண முறையில் ஏற்படுவதாகவும், இந்த அடிப்படையில் மேற்கொண்டு ஆராயும்பொழுது, அவைகளின் வேறு பலவகையான தனிப்பட்ட இயல்புகளில் இதுவும் ஒன்றாக கருதப்படுவதினாலும், இந்த வகை வளர்ச்சியை ஒழுங்குக்கு மீறிய அல்லது முறை தவறிய ஸெகண்டரி வளர்ச்சி என்று கூறுவது சரியல்ல என்று தோன்றுகின்றது. தாவர இனங்களின் ஏதாவதொரு குறிப்பிட்ட இயல்பை அடிப்படையாக வைத்துக்கொண்டு மற்றொரு இனத்தின் இயல்புடன் ஒப்பிட்டு இது பொதுவானது, மற்றொன்று புறம்பானது

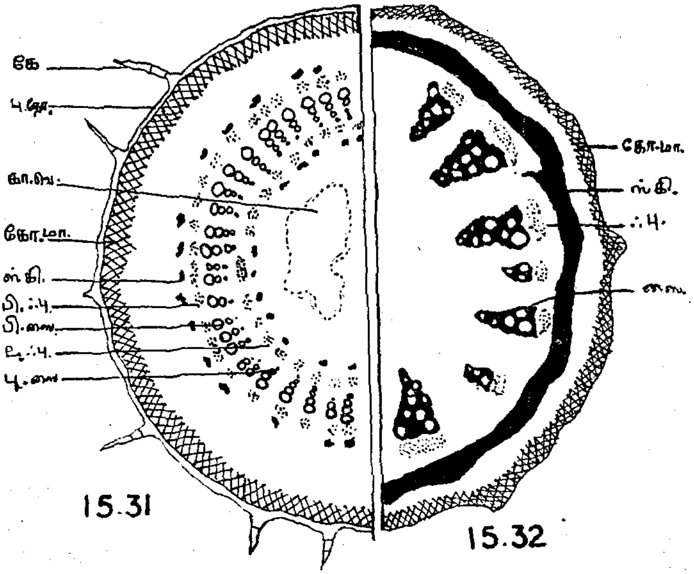
என்று கூறுவது சரியான முறையுமல்ல. சில வேளைகளில், எது பொது மாதிரியான ஸெகண்டரி வளர்ச்சி, எது இதற்குப் புறம்பானது என்று பிரித்தறிவதும் கூட கடினமாகின்றது. வேறு வகையில் கூறப்போனால், இந்த இரு வகையான ஸெகண்டரி வளர்ச்சி முறைகளுக்கிடையே தெளிவான வரையறையை ஏற்படுத்திக் கொள்ளவும் முடிவதில்லை. இன்னும் சில உதாரணங்களில், ஸெகண்டரி வளர்ச்சி தொடக்கத்தில் பொதுமாதிரியாக இருந்து பிறகுதான் ஏதாவதொரு தனிப்பட்ட வகையில் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. இந்நிலையிலும் இவைகளுக்கிடையே தெளிவான வரையறையைக் காணமுடிவதில்லை.

தனிப்பட்ட ஸெகண்டரி வளர்ச்சியைக் குறித்து முன் காலத்தில் அறியப்பட்ட உண்மைகளைவிட தற்காலத்தில் அதிகப்படியாக தெரியவந்தாலும், வெப்ப மண்டலத் தாவர இனங்களைக் குறித்து இன்னும் மேற்கொண்டு ஆராய்ச்சிகள் தேவைப்படுகின்றன. ஸெகண்டரி வளர்ச்சி தனிப்பட்ட வகைகளிலேற்படுகின்ற இனங்களையெல்லாம் ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது, அது அப்படிப்பட்ட இனங்களின் ஏதாவதொரு குறிப்பிடத்தக்க வளர்முறையின் (habit) அடிப்படையிலும், வாழ்வியல் தக அமைவுகளைப் (physiologic adaptations) பொருத்தும் ஏற்படுவதாகத் தெரிகின்றது. உதாரணமாக, ஏறு கொடிகளிலும் (climbers), லையேன்ஸ் களிலும் (lianes), சேமிக்கும் செயலைச் செய்கின்ற நிலத்தண்டு வகைகளிலும் ஏற்படுகின்றன. மேலும், ஒரு குறிப்பிட்ட தனிப்பட்ட ஸெகண்டரி வளர்ச்சி முறை ஒரு இனத்தின் தண்டு பாகத்தில் ஏற்படும்பொழுது அதே வளர்ச்சி முறையை, அதன் வேர்களிலும் காணலாம்.

தனிப்பட்ட ஸெகண்டரி வளர்ச்சி முறைகளை வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தின் செயல், வளர்ச்சி, எண்ணிக்கை முதலியவைகளைப் பொருத்து இரு பெரும் பிரிவுகளாகவும், பிறகு இந்த இரு பெரும் பிரிவுகளை எட்டு உட்பிரிவுகளாகவும் பிரிக்கலாம். கேம்பியத்தின் தனிப்பட்ட வளர்ச்சி செயல் முறையின் கீழ் மட்டும், நான்கு உட்பிரிவுகள் இருக்கின்றன. ஒன்றுக்கு மேலாக அடுக்குகளைப் பெற்றுள்ள கேம்பியத்தின் கீழ் மேற்கொண்டு நான்கு உட்பிரிவுகளைக் காணலாம். அவைகளாவன :

**(அ) கேம்பியத்தின் தனிப்பட்ட வளர்ச்சி, செயல் :**

(1) வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் அதிக அளவில் ஸைலத்தை உண்டுபண்ணி ஸெகண்டரி ஸைலம் சமமற்ற முறையில் அமைந்திருப்பதினால் ஒரு பக்க வாட்டில் விரிவடைந்து அகலமான அல்லது




15.31 15.32

படம் 15.31—15.32 விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.
படம் 15.31 டத்துரா (Datura sp.)

கே. கேசம்; பு.தோ. புறத்தோல்; கா.வெ. காற்று வெளி; கோ.மா. கோலங்கைமா; ஸ்கி. ஸ்கிலரங்கைமா; பி.ஃபு. பிரைமரி ஃபுளோயம்; பி.சை. பிரைமரி சைலம்; உ.ஃபு. உள் புளோயம்; பு.சை. புரோட்டோசைலம்; சை. சைலம்.

படம் 15.32 அரிஸ்தோலோக்கியா பிராக்தியாத்தா (Aristolochia bracteata)

*தட்டையான தண்டு இந்த வகை செகண்டரி வளர்ச்சியினால் ஏற்படுகின்றது. உதாரணம் : பீப்பர் (Piper) பேரினத்தின் லையேன்ஸ்களில் சாதாரணமாகக் காணலாம்.*

*(2) செகண்டரி சைலம் சமமற்ற அளவில் பல பாகங்களில் தண்டின் பரிதிக்கு (circumference) இணையாக உட்புறத்தில் அமைந்திருப்பது. இப்படி நிலையயடைந்த செகண்டரி சைலத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு செகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்பட்ட பிறகு குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, பள்ளமும் (furrow), மேடுமாகக் (ridge) காணப்படும். இது லோபட் (lobed) சைலம் என்றழைக்கப்படுகின்றது.*

(3) கேம்பியம் வளையம் (cambial ring) : கூறுபட்டு வில்போன்ற (arc) ஒரு சில கூறுகளாக பிரிவுறுகின்றது. சமமற்ற அளவுகளில் ஃபுளோயமும், சைலமும் கேம்பியம் வளையத்தைப் பொருத்து

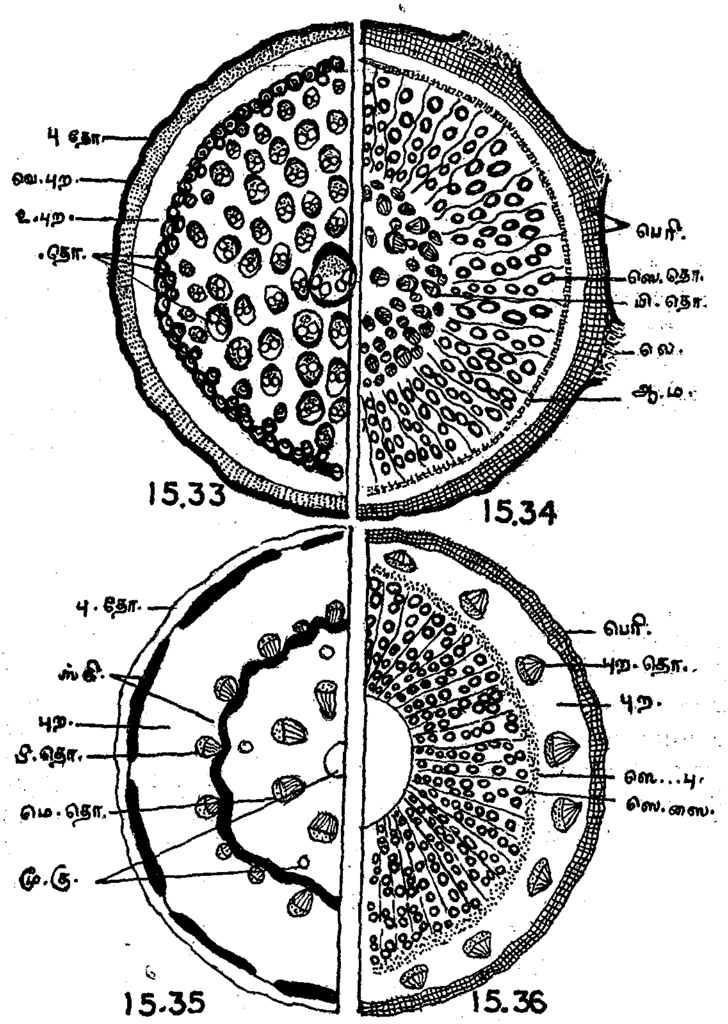
வெவ்வேறு பகுதிகளில் உண்டாவதன் விளைவாக இந்த நிலை கேம்பியம் வளையத்திற்கு ஏற்படுகின்றது. சில பகுதிகளில் மட்டும் கேம்பியம் பொதுமாதிரியாக செயல்பட்டுக்கொண்டு, வெளிப் புறம் நோக்கி நகர்ந்து கொண்டு செல்கின்றது. ஆனால், இதற்கு இடைப்பட்ட பகுதிகளில் சாதாரணமாக ஏற்படக்கூடிய ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் அளவு குறைபட்டும், அதற்குப் பதிலாக இந்தப் பகுதியில் ஸெகண்டரி ஃப்புளோயம் அதிகமாகவும் ஏற்படு கின்றது. இதனால் ஸெகண்டரி திசுக்களை முழுவதும் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, ஸெகண்டரி ஸைலம் உயர்த்தப் பட்ட நிலையிலும், ஸெகண்டரி ஃப்புளோயம் தாழ்த்தப்பட்ட நிலையிலும் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 15.38). கேம்பியம் வளையத்திலேற்பட்ட விடுபட்ட தொடர்ச்சியற்ற நிலை பிறகு எந்த நிலையிலும் சீர் செய்யப்படுவதில்லை. இந்த வகையான தனிப்பட்ட வளர்ச்சி முறையை மேற்கொண்டு சிந்தித்து பார்க்கும் பொழுது பொதுமாதிரியான வளர்ச்சி முறைக்கு மாறாக ஏதோ ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் மட்டும் திருப்பம் ஏற்படுவதுதான் இந்த தனிப்பட்ட வளர்ச்சி முறையின் சிறப்புத் தன்மையாகக் காணப் படுகின்றது. இந்த திருப்பம் ஏற்பட்ட பிறகு வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் மேற்கொண்டு பொதுமாதிரியான முறையிலேயே செயல்படுவது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். உதாரணம்: பிக்னோனி யேஸி (Bignoniaceae) குடும்பத்தின் சில இனங்கள். இதில் காணப் படுகின்ற தனிப்பட்ட வளர்ச்சி முறை மேலே கூறியபடி பொது வழிகளில் ஏற்பட்டபோதிலும், இறுதியிலுண்டாகின்ற திசுக் களின் அமைவு முறைகள் சிற்றினங்களைப் பொருத்து வெவ்வேறு வகையினதாகவும், தோற்றத்தையும் பெறுகின்றன. இந்த வகை யில் வளர்ச்சியுறுகின்ற தண்டு, தடைப்பட்ட தண்டு (interrupted stem) என்றழைக்கப்படுகின்றது.

(4) இந்த வகையில், ஸெகண்டரி ஸைலம் பொதுமாதிரியான வகையில் உண்டாகின்றது. ஆனால், இதில் ஸெகண்டரி ஃப்புளோயம் இழைக் கற்றைகள் (phloem strands) போன்று, ஸெகண்டரி ஸைலத்தில் ஆங்காங்கே புதைந்து காணப்படும் (படங்கள் 15.37; 15.39). இப்படிப்பட்ட ஸெகண்டரி ஃப்புளோயத்திற்கு, ஸைல மிடைப்பட்ட அல்லது ஸைலமுட்பட்ட ஃப்புளோயம் (interxylary phloem or included phloem) என்று பெயர். இந்த நிலை ஏற்படு கின்ற வகைகளில் ஒரே ஒரு கேம்பியம் தான் தொடக்கத்திலிருந்து இறுதிக் காலம் வரை செயல்படுகின்றது. முழு வளர்ச்சி அடைந்த நிலையில் தண்டுகளைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, ஃப்புளோயம் ஸைலத்தினூடே புதைக்கப்பட்டிருப்பது போல் காணப்பட்ட போதிலும், வளர்ச்சி முறையின் அடிப்படையில்

இந்த நிலைமை இரு வழிகளில் ஏற்படுகின்றது. ஸ்திரிக்னேஸ் (**Strychnos**) என்ற பேரினத்தில் கேம்பியம் பொதுப்படையான, முறையில் ஸெகண்டரி ஸைலத்தையும், ஸெகண்டரி ஃபுளோயத் தையும், தோற்றுவிக்கின்றது. ஆனல், ஆங்காங்கே கேம்பியத்தின் சில பகுதிகள் செயலற்றுப் போகின்றன. இந்தப் பகுதிகளிலிருக் கின்ற ஸெகண்டரி ஃபுளோயத்தை அடுத்து சூழ்ந்திருக்கும் கேம்பியம் தொடர்ந்து மேற்கொண்டு செயல்பட்டுக் கொண்டிருக் கின்றது. ஃபுளோயத்தை அடுத்து வெளிப்புறமாக இருக்கின்ற ஸெல்களிலிருந்து புதிதாக கேம்பியம் தோன்றி, இது புதிதாக தோன்றல்களை உட்புறமாக உண்டாக்குகின்றது. இந்தத் தோன்றல்கள் ஸெகண்டரி ஸைலமாக மாறி, செயலற்றுப்போன பகுதிகள் சூழப்பட்டு விடுகின்றன. இப்படியாக வளர்ச்சியேற் பட்டுக் கொண்டு வரும்பொழுது, ஃபுளோயம் சூழ்ந்து வருகின்ற ஸைலத்தினுள்ளே புதைப்பட்டும் அடைபட்டும் காணப்படு கின்றது. மற்ருெரு வகை, கொம்பிரித்தும் (**Combretum**) என்ற பேரினத்தில் காணப்படுவதாகும். இதில் கேம்பியம் சில குறிப் பிட்ட பகுதிகளில் உட்புறமாக தோன்றிய தோன்றல்கள் ஸெகண்டரி ஸைலமாக மாறுவதற்குப் பதிலாக ஸெகண்டரி ஃபுளோயமாக மாறிவிடுவதினுலும், பிறகு இதைத் தொடர்ந்து மேற்கொண்டு கேம்பியம் செயல்பட்டுக்கொண்டு மென்மேலும் வெளிப்புறம் நோக்கி நகர்ந்து கொண்டு போகும்பொழுது உண்டாகின்ற தோற்றுவிகள் ஸெகண்டரி ஸைலமாக மாறிவிடுவ தனுலும், ஃபுளோயம் ஸெகண்டரி ஸைலத்தினுல் சூழப்பட்டு அதில் புதைந்திருப்பது போல் காணப்படுகின்றது. எப்படியிருந்த போதிலும், வளர்ச்சி ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கேற்பட்டபிறகு மேற்கூறப்பட்ட இரு முறைகளில் எந்த ஒரு முறையில் இந்த ஸைலமுட்பட்ட ஃபுளோயம் ஏற்பட்டிருக்கின்றது என்று கூற முடியாது. மேற் கூறப்பட்ட உதாரணங்களைத் தவிர்த்து வேறு பல பேரினங்களிலும் [லெப்ததடினியா (**Leptadenia**), அவிஸீனியா (**Avicennia**), ஸால்வடோரா (**Salvadora**), டொபீரா (**Dobera**) துன்பெர்ஜியா (**Thunbergia**)] காணலாம். இந்த நிலையிலிருக்கின்ற ஸைலத்தை குறுக்குவெட்டில் பார்க்கும்பொழுது பல ஓட்டை களைப் பெற்றிருப்பதுபோல் காணப்படுவதினுல் (ஓட்டைகள், புதைந்திருக்கின்ற ஸெகண்டரி ஃபுளோயத்தைக் குறிப்பதாகும்). இது லேத்தின் மொழியில் கோ.லி. ஃபொ. (**corpus lignosum foraminatum; c.l.f.**) என்று கூறப்படுகின்றது.

**(ஆ) கேம்பியத்தின் அடுக்குகள் (Cambium layers) :**

(5) முதன் முதலாக உண்டாகின்ற கேம்பியம் செயல்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்குப் பிறகு, இதையடுத்து இரண்டாவ




படங்கள் 15.33—15.36 எல்லாப் படங்களும் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்களைக் குறிக்கின்றன. விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படம் 15.33 ஸ்மிலாக்ஸ் (Smilax sp.)
,, 15.34 டிரஸினு (Dracaena sp.)
,, 15.35 பிப்பர் (piPer sp.)
,, 15.36 பாரிஸ்தோனியா (Barringtonia sp.)

பு.தோ. புறத்தோல்; வெ.புற. வெளிப்புறணி; உ.புற. உள் புறணி; தொ. வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள்; பெரி. பெரிடெர்ம்; ஸெ. தொ. ஸெகண்டரி வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு;

பி.தொ. பிரைமரி வஸ்ாகுலார்த் தொகுப்பு; ஆ.ம. ஆக்குத்திசு மண்டலம்; ஸ்கி. ஸ்கிலரங் கைமா; புற. புறணி; மை•தொ. மைய வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு; மூ.கு. மூஸிலேஜ் குழி. புற. தொ. புறணி வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு; ஸெ.ஃபு. ஸெகண்டரி ஃபுளோயம்; ஸெ.ஸை. ஸெகண்டரி ஸைலம்.

தாக மற்றொரு கேம்பியம் முதலில் உண்டானதற்கு வெளிப்புறமாக தண்டின் புறணி பாகத்தில் தோன்றுகின்றது. இந்த இரண்டாவது கேம்பியம் செயல்பட்டு தொடக்கத்தில் இருந்த தண்டின் உள்ள மைப்பை மீண்டும் ஏற்படுத்துகின்றது. இவ்வாறாக, ஒவ்வொரு தடவையும் ஒரு கேம்பியம் வெளிப்புறமாக அடுத்தடுத்துத் தோன்றி, தொடக்கத்தில் காணப்படுகின்ற தண்டின் உள்ள மைப்பை மீண்டும் மீண்டும் ஏற்படுத்திக் கொண்டு ஸெகண்டரி வளர்ச்சியை உண்டாக்குகின்றது. இப்படி அடுத்தடுத்து கேம்பியம் தோன்றுவதனால், இது துணை அல்லது அதிகப்படியான கேம்பியம் (accessory or supernumerary cambium) என்று கூறப்படுகின்றது. இதில் குறிப்பிடத்தக்க உண்மை என்னவென்றால், ஒவ்வொரு தடவையும் புதிது புதிதாகத் தோன்றுகின்ற ஒவ்வொரு கேம்பியம் அடுக்கும் மிக குறுகிய காலம் வரைதான் செயல்படுகின்றது என்பதாகும். அடுத்தடுத்து உண்டாகின்ற ஸெகண்டரி ஸைலம் திசுக்கள், தொடர்ச்சியான அடுக்குகளாகவோ அல்லது தொடர்ச்சி யற்ற பல தொகுப்புகளாகவோ ஏற்படுவது, இளந்தண்டுகளில் காணப்படுகின்ற பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் அமைவு முறையைப் பொருத்ததாகும். இந்த வகையில் உண்டாகின்ற ஸெகண்டரித் திசுக்கள் ஒன்றுக்குள் ஒன்றாக அமைந்தும், ஒரு திசு அடுக்கை மற்றொன்று சூழ்ந்திருக்கின்ற அமைவு ஏற்படுகின்ற காரணத்தினாலும் இது சூழ் வட்ட வகை (concentric type) என்றும், லேத்தின் மொழியில் கோ. லி. ஸ. (corpus lignosum circumvallatum c. l. c.) என்றும் கூறப்படுகின்றது (படங்கள் 15.30; 15.37). இந்த வகையான தனிப்பட்ட வளர்ச்சி கீனோபோடியேஸி (Chenopodiaceae), அமாராந்தேஸி (Amaranthaceae), நிக்டாஜி னேஸி (Nyctaginaceae), மெனிஸ்பர்மேஸி (Menispermaceae), குடும்பங்களிலும், ஸிக்கஸ் (Cycas), நீத்தம் (Gnetum) பேரினங் களிலும் பெருவாரியாகக் காணலாம். இந்த வகையிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்பட்ட பிறகும் தண்டு களைக் குறுக்குவெட்டில் பார்க்கும்பொழுது ஸெகண்டரி ஃபுளோயம் ஸெகண்டரி ஸைலத்தினூடே புதைந்திருப்பது போன்று மாறி மாறி அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படங்கள் 15.30;15.37;15.40).

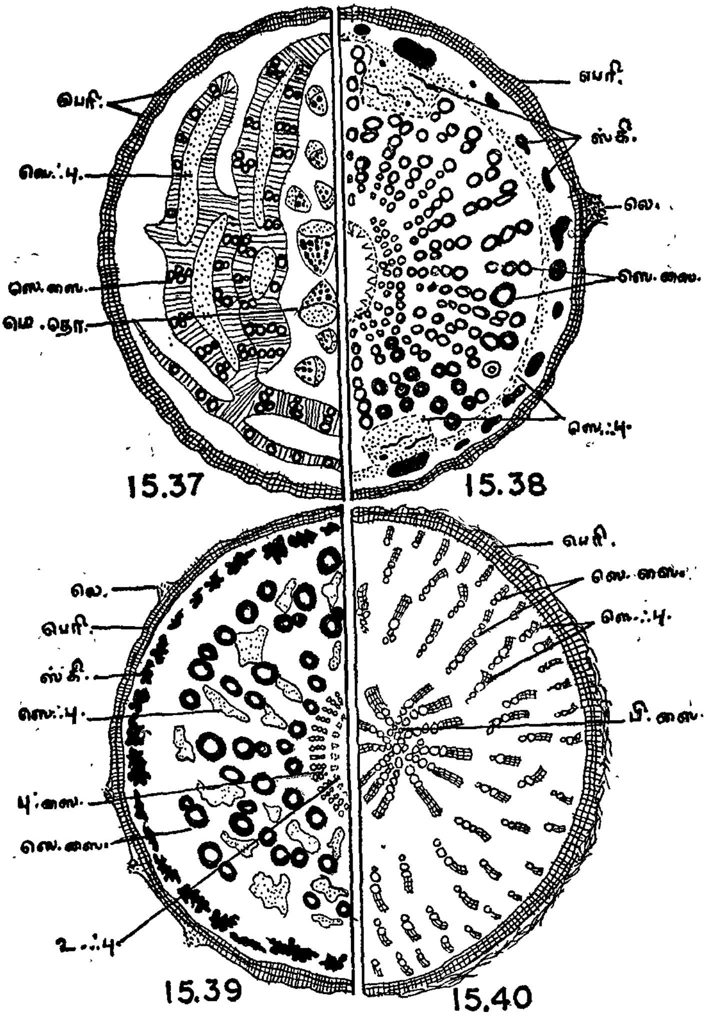
(6) ஸெகண்டரி ஸைலம் பிளவுபட்டு பல சமமற்ற இழைக் கற்றைகளாக (strands) வேறுபட்டு அமைந்திருக்கின்றன (படம்

15.28). இந்த நிலைமை ஏற்படுவதற்குக் காரணம் சைலம் பாரங்கைமா, ரே பாரங்கைமா, பித் பாரங்கைமா முதலியனவைகள் அதிக அளவிற்கு விரிவடைவதன் மூலம், தொடர்ச்சியாக இருக்கின்ற செகண்டரி சைலம் வெவ்வேறு அளவில் பல தொகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு விடுகின்றன. உதாரணம்: பாஹினியா லாங்ஸ்டார்ஃபியானு (Bauhinia longsdorffiana).

(7) ஒவ்வொரு வாஸ்குலார்த் தொகுப்பும் தனித்தனியாக செகண்டரித் திசுக்களைத் தோற்றுவித்துக்கொண்டு வருவதின் மூலம், செகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. இதில் பிரைமரி அமைப்பிலிருக்கின்ற தொகுப்புகளின் எண்ணிக்கைக்கு தகுந்தாற்போல் அத்தனை செகண்டரித் திசுத் தொகுப்புகள் உண்டாகின்றன (படம் 15.32). இந்த வகை மிகவும் அரிதாகக் காணப்படுகின்றது.

(8) தண்டின் நடுமையத்தில் பிரைமரித் திசுவும் இதைச் சுற்றி பல செகண்டரி சைலத்தினுலான பல தொகுப்புகளும் ஏற்படுகின்ற வகையில் தனிப்பட்ட செகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது (படம் 15.29). உதாரணம்: தினேஉய்யா ஸ்கேண்டன்ஸ் (Thinouia scandens). இதில் தண்டு இளமை நிலையிலிருக்கும்பொழுது, கேம்பியம் பலமடுப்புகளைப் (folds) பெறுகின்றன. இந்த கேம்பியம் மடுப்புகளின் நுனிப் பாகங்களிலிருந்து ஒரு சிறுபகுதி பிரிந்து வேறுபடுகின்றது. இவ்வாறு வேறுபட்ட கேம்பியம் பகுதி ஒவ்வொன்றும் தனித்து நின்று செகண்டரி சைலத்தையும் செகண்டரி ஃப்ளோயத்தையும் உண்டாக்கிக் கொள்வதினுல், இந்த தண்டைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, பல தண்டுகள் ஒன்று சேர்ந்து இணைந்த அமைப்பைப்போல் வியக்கத்தக்க அளவில் காணப்படுவதைப் பார்க்கலாம் (படம் 15.29).

2. ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்கள்: ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் அனேக குடும்பங்களில் செகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுவதில்லை. ஆனுல், ஒரு சில குடும்பங்களில் மாத்திரம் செகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. இருந்தபோதிலும், இந்த செகண்டரி வளர்ச்சி இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் ஏற்படுகின்ற செகண்டரி வளர்ச்சிக்கு ஒப்பானதல்ல என்பதை தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். இதற்கு உதாரணமாக, தென்னை, பனை வகைகளின் குடும்பத்தையும் (Arecaceae; Palmae), லில்லியேஸியின் (Liliaceae) பேரினங்களாகிய அலோ (Aloe), ஸான்ஸிவீரியா (Sansevieria), யுக்கா (Yucca), டிரெஸினு (Dracaena) முதலியவைகளையும், அமாரில்லிடேஸி (Amaryllidaceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்த அகேவ்




படங்கள் 15.37—15.40 தனிப்பட்ட செகண்டரி வளர்ச்சி வகைகள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும். எல்லாப் படங்களும் தண்டின் குறுக்கு வளர்ச்சித் தோற்றங்களைக் குறிக்கின்றன.

படம் 15.37 பிஸோனியா (Pisonia sp.)

,, 15.38 பிக்னோனியா (Bignonia sp.)

,, 15.39 லெப்தடீனியா (Leptadenia sp.)

,, 15.40 பீத்தா வுல்காரிஸ் (Beta vulgaris).

பெரி. பெரிடெர்ம்; செ.ஃபு. செகண்டரி ஃபுளோயம்; செ.சை. செகண்டரி சைலம்; மெ.தொ. மைய வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு; ஸ்கி. ஸ்கிலரங்கைமா; லெ. லெண்டிசெல்; பு.சை. புரோட்டோ சைலம்; உ.ஃபு உள் ஃபுளோயம்; பி.சை. பிரைமரி சைலம்.

(Agave) என்ற பேரினத்தையும் ஸாந்தோரியோஸியின் (Xanthorrhoeaceae) சில பேரினங்களையும் கூறலாம். பொதுவாகப் பார்க்கப்போனால், பருத்த தண்டு பாகங்களைப் பெற்றிருக்கின்ற ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் தனிப்பட்ட வகைகளில் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுவதாகக் கூறலாம்.

அரிக்கேஸி (Arecaceae) குடும்பத்தில் ஒரு வகையான ஆக்குத் திசுவினால் ஸெகண்டரி அல்லது குறுக்கு வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. இந்த வகை ஆக்குத்திசுவிற்கு பிரைமரி பருமனாக்கும் திசு (primary thickening meristem) என்று பெயர். இந்தப் பருமனாக்கும் திசுவும் தண்டு நுனி ஆக்குத்திசுவும் தனித்தனியே செயல்படுகின்றன. தண்டில் காணப்படுகின்ற அதிக அளவு திசுக்கள் இந்தப் பருமனாக்கும் திசுவிலிருந்து உண்டாகின்றன. இந்த திசு இளம் இலைகளின் கீழ் பாகத்திலுள்ள திசுக்களிலிருந்து பெரிக்கிலைனல் ஸெல் பிரிதல் மூலம் தோன்றுகின்றது. இதில் வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தில் இருப்பதைப் போல் தோற்றுவிகள் கிடையாது. ஆனால், தோற்றத்தைப் பொருத்தமட்டில் பருமனாக்கும் திசுவின் ஸெல்கள் அடுக்குற்று வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் போல் காணப்படுகின்றன. பருமனாக்கும் திசுவிலிருந்து தோன்றுகின்ற தோன்றல்கள் வளர்ச்சி மாறுதல்களை அடைந்து வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளாக உண்டாகின்றன. இந்தவகையில், இருவிதையிலைத் தாவர இனங்கள், ஜிம்னோஸ்பர்ம்களில் ஏற்படுகின்ற ஸெகண்டரி வளர்ச்சியில் ஏற்படுகின்ற விளைவை ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களினுடையதுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்பொழுது, முன் வகைகளின் ஆக்குத்திசுவிலிருந்து ஸெகண்டரி திசுக்களுண்டாகின்றன. ஆனால், பின் வகையில் ஸெகண்டரித் திசுக்களுக்குப் பதிலாக பிரைமரி உள்ளமைப்பைப் (primary structure) பெற்றுள்ள ஸெகண்டரி வாஸ்குலார் இழைகள் (secondary vascular strands) உண்டாகின்றன என்பதை தெளிவாகத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும்.

லில்லியேஸி (Liliaceae) என்ற குடும்பத்தில், குறிப்பாக டிரஸினா (Dracaena) என்ற பேரினத்தில் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுவதாகக் கூறப்பட்டது. இதில் ஸெகண்டரி வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமான ஆக்குத்திசு (சில வேளைகளில், இதை கேம்பியம் என்று கூறப்படுவதுண்டு) பிரைமரி பருமனாக்கும் திசுவினுடைய நேர் வழித் தோன்றல்கள் என்று கருதப்படுகின்றது. கேம்பியம் என்று சொல்லப்படுகின்ற இந்த ஆக்குத்திசு பருமனாக்கும் திசுவைப் போலல்லாமல் முதிர்ச்சி அடைந்த பாகங்களில் மட்டும் அமைந்திருந்து ஸெகண்டரி வளர்ச்சியை ஏற்படுத்துகின்றது. நடுமையத்

தில் அமைந்திருக்கின்ற பிரைமரி வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுக்கு வெளிப்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற பாரங்கைமா திசு பெரிக்கிலைனல் செல் பிரிதல்களை அடைந்து இந்த ஆக்குத்திசு முதன் முதலாக தோன்றுகின்றது. இந்த ஆக்குத்திசுவின் செல்களின் வடிவம் பல வகையினதாக இருக்கின்றது. உயரப்போக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது இவைகள் கதிர்கோல் வடிவத்திலும் (spindle shaped), அல்லது நீண்ட சதுரமாகவும் (rectangular), சில வேளைகளில், செல்களின் ஓர் நுனி மட்டமாகவும் மற்றொரு நுனி குவிந்து, கூர்மையாகவும் இருக்கின்றன. இந்த உள்ளமைப்புகளையுடைய ஆக்குத்திசு செயல்படும்பொழுது முதன் முதலாக அதற்கு உட்புறத்தை நோக்கி அதிக அளவில் தோன்றல்களை பெரிக்கிலைனல் பிரிதல்கள் மூலம் உண்டாக்குகின்றது. பிறகு வெளிப்புறத்தை நோக்கி குறைந்த அளவிற்குத் தோன்றல்களை உண்டாக்குகின்றது. உட்புறத்தை நோக்கி ஏற்பட்ட தோன்றல்கள் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளாக மாறுவதற்கு முன்பு தோன்றல்கள் ஒவ்வொன்றிலும் உயரப் போக்கில் செல் பிரிதல் ஏற்பட்டு, இதன் விளைவாக உண்டாகின்ற இரண்டு அல்லது மூன்று செல்களில் மேற்கொண்டு செல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்டு செகண்டரி வாஸ்குலார் இழைகள் உண்டாகின்றன. வேறு சில தோன்றல்கள் செல் பிரிதலை அடையாமல் பாரங்கைமா திசுவாக உண்டாகின்றன. வெளிப்புறமாகத் தோன்றிய தோன்றல்கள் பாரங்கைமா திசுவாக மாறுகின்றன.

மேலே கூறப்பட்ட வகையில் உண்டாகின்ற செகண்டரி வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் ஒருங்கமைந்த (collateral) அல்லது சைலம் சூழ் (amphivasal) வகையைச் சேர்ந்த தொகுப்புகளாக இனத்தைப் பொருத்து ஏற்படுகின்றன. எப்படியிருந்தபோதிலும், செகண்டரி திசுக்கள், அதாவது செகண்டரி வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளும், பாரங்கைமாவும் ஆரப்போக்கில் வரிசைக் கிரமமாக அமைந்திருப்பதையும் இதற்கு மாறாக தண்டின் மையத்திலுள்ள பிரைமரி வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளும் பாரங்கைமாவும் சிதறுண்டு ஒரு ஒழுங்கற்ற முறையில் அமைந்திருப்பதையும், டிரஸினாவின் (Dracaena) சிறப்பியல்பாகப் பார்க்கலாம் (படம் 15.34). மேலும், இந்த பேரினத்தில் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் ஒருங்கமைந்த வகையைச் சேர்ந்ததாகவும், செகண்டரி வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் சைலம் சூழ் வகையைச் சேர்ந்ததாகவும் முறையே காணப்படுகின்றன.

# 16. இலை (Leaf)

இலை தண்டுகளுக்கு பக்கவாட்டில் இணைந்து அமைந்திருக்கக் கூடியதும், இரு பக்கங்களில் தட்டையுற்று மெல்லியதொரு முக்கிய உறுப்பாகவும் கருதப்படுகிறது. ஆனால், நடை முறையிலும் பலவகைக் கருத்துக்களின் அடிப்படையிலும், உள்ளமைப்பின் வாயிலாகவும், கூர்ந்து கவனித்து சிந்தித்துப் பார்க்கும்பொழுது, இலைகளைத் தனிப்பட்ட உறுப்புகளாக தண்டிலிருந்து வேறுபடுத்திக் கருதுவது பொருத்தமானதாகத் தெரியவில்லை. வேறு வகையில் கூறவேண்டுமானால், தண்டுகளுக்கும், இலைகளுக்குமிடையே பல வகையான ஒற்றுமைகள் காணப்படுகின்றன. மேலும், இந்த ஒற்றுமைகளுக்கிடையே, வேற்றுமைகள் காணப்பட்ட போதிலும், இந்த வேறுபாடுகளெல்லாம் அவையவைகள் செயல்படுகின்ற செய் கைகளின் தன்மைகளைப் பொருத்து உள்ளமைப்புகள் மாறுபட்டு ஏற்பட்டவைகள் என்று கொள்ளல் வேண்டும். இலைகளுக்கும், தண்டுகளுக்குமிடையே இருக்கின்ற ஒற்றுமைகளை கீழ்க்காணும் இயல்புகளின் மூலம் காணலாம். அவைகளாவன : 1. இலைக்காம்பு களிலும் (petioles) முக்கிய நரம்புகளிலும் (main veins) அமைந் திருக்கின்ற செலுத்தும் திசுக்கள் (conducting tissues) இளந்தண்டு களிலிருப்பதை ஒத்திருக்கின்றன. 2. ஒளிச்சேர்க்கையில் (photo-synthesis) பங்கு கொள்கின்ற பாரங்கைமா திசுவும் அதாவது குளோரங்கைமாவும் (chlorenchyma) இதில் பங்கு கொள்ளாத சாதாரண பாரங்கைமா திசுவும் (parenchyma tissue) இலைகளிலும் இளந்தண்டுகளின் புறணிப்பாகங்களிலும் ஒரே வகையினதாக காணப்படுகின்றன. 3. தண்டுகளில் காணப்படுகின்ற மூன்று முக்கியமான திசு அமைப்பு முறைகளான (systems) தோல் திசு அமைப்பு முறை (dermal tissue system), வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பு முறை (vascular tissue system), அடிப்படைத் திசு அமைப்பு முறை (fundamental tissue system) இலைகளின் உள்ளமைப்புக்களிலும் காணப்படுகின்றன. 4. இலைகளில் காணப் படுகின்ற வாஸ்குலார்த் திசு, தண்டுகளின் ஸ்டீலார்த் திசுவி னுடைய (stelar tissue) நீட்சி (prolongation) என்றும், இலைகளின்

ஆதாரத் திசுவாகிய இலை இடைத்திசுவிற்கும் (mesophyll), இளந் தண்டுகளின் புறணி பாகத்திலிருக்கின்ற பாரங்கைமாவிற்கும் ஒற்றுமை கூறப்பட்டிருக்கின்றது. 5. தண்டுகளில் பிரைமரி வாஸ் குலார்த் திசு உண்டாவதும், புரோக்கேம்பியம் (procambium) என்ற ஆக்குத்திசு தோன்றி வளர்ச்சியுறுவதும், தண்டுகளின் நுனிப் பாகங்களில் அவ்வப்பொழுது தோன்றுகின்ற இலை ஆதாரங்கள் முட்டுகளைப் (leaf primordia; leaf buttress) பொருத்து ஏற்படு கின்றன என்ற உண்மையை முன் அத்தியாயத்தில் தெரிந்து கொண்டோம். இந்த அடிப்படையில் இளந்தண்டுகளுக்கும், இலை களுக்குமிருக்கின்ற நீங்காத, நிலையான தொடர்பு இருப்பது தெரிய வருகின்றது. 6. பிரிக்கப்பட்டு, செயற்கை முறைகளில் வளர்க்கப் பட்ட இலைகள், சில வேளைகளில் வேற்றிடத்து வேர்களையும், (adventitious), வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தையும், ஸெகண்டரித் திசுக்களையும் தோற்றுவிப்பதோடல்லாமல், இயற்கையில் சில இனங்களில் திலியா (Tilia); ஸ்திரப்தோகார்புஸ் (Streptocarpus) பூக்களும் மஞ்சரியும் (inflorescence) இலைகளின் நடுவே தோன்றி இருப்பதையும் காணலாம். இந்த நிகழ்ச்சிகளைப் பயன்படுத்தி இலைகளை நிறைவற்ற தண்டினங்கள் (partial shoots) என்ற கோட் பாட்டின் கருத்துக்கு எடுத்துக்காட்டாகவும், விளக்குவதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மேலே கூறப்பட்ட வகைகளில், இலைகளுக்கும், தண்டுகளுக்கும் அடிப்படையான இயல்புகளைப் பொருத்து ஒற்றுமைகள் காணப் பட்டபோதிலும், இவைகளிரண்டிலும் வளர்ச்சி முறைகள், திசுக்களின் அமைவு முறை முதலியவைகளைப் பொருத்து வேற்றுமை களைக் காணமுடிகின்றது. தண்டுகளில் காணப்படுவது போல் தொடர்ந்து வரையறையற்ற முறையில் வளர்ச்சி ஏற்படுவதற்கு மாறாக, இலைகளின் முழு வளர்ச்சி ஒரு குறிப்பிட்ட குறுகிய கால அளவிற்குள் வரையறுக்கப்பட்டு அவைகளின் வளர்ச்சி ஒரு நிலையடைந்த பிறகு மேற்கொண்டு தொடர்ந்து ஏற்படாமல் முடி வுறுகின்றது என்ற உண்மை குறிப்பிடத் தக்கதாகும். ஏற்கனவே குறிப்பிட்டபடி, தண்டுகள் செய்கின்ற செயல்களுக்குத் தக்கவாறு அவைகளினுடைய திசுக்கள் உயரப்போக்கிலும் (செலுத்தும் செயலுக்கு), சேமிப்பதற்கு பயன்படுகின்ற பாரங்கைமாவையும் (storage parenchyma) வலிவைக் கொடுக்கக்கூடிய திசுக்களையும் (mechanical tissue) பெற்றிருக்கின்றன. ஆனால், இலைகளில் செயல்படுகின்ற செயல்கள் தண்டுகளின் செயல்களுக்கு மாறுபட்ட தன்மையானதாக இருப்பதற்கேற்ப முன்னதில் பரப்பு (surface) அதிகரிப்பும், காற்று வெளி அமைப்பும் (air space system), ஒளிச் சேர்க்கைக்கு அவசியமான குளோரங்கைமாவும் பெரும்பாலும் காணப்படுகின்றன.

இலையின் புற அமைப்பு (Morphology of the leaf) : ஒவ்வொரு இலையிலும் சாதாரணமாக மூன்று முக்கியமான பாகங்களைக் காணலாம். அவைகளாவன : இலை அடிப்பாகம் (leaf base), இலைக் காம்பு (petiole) தாள் (lamina) அமைப்பு, வடிவம், அளவு முதலியவைகளைப் பொருத்து இந்த பாகங்கள் வேறுபடுகின்றன. இலைகளுடன் இணைந்து, வெவ்வேறு வடிவத்திலும், அமைவு முறையைப் (arrangement) பொருத்து வேறுபடுகின்ற இரு இலையடிச் செதில்களை (stipules) இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் சாதாரணமாகக் காணலாம். இவைகளின் வளர்ச்சி இலை ஆதாரங்களுடன் இணைந்து ஒரே காலத்தில் ஏற்படுகின்றன. இவைகளினுடைய இழுவைகள் (traces) இலைகளினுடைய இழுவைகளிலிருந்து பிரிந்து செல்கின்றன. அனேகமாக, எல்லா ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களிலும், உம்பல்லிபெரி (Umbelliferae), போலிகோனேஸி (polygonaceae) போன்ற இருவிதையிலைத் தாவரக் குடும்பங்களிலும், இலை அடிப்பாகம், விரிவடைந்த பரப்புடன் இலைக்கணுக்களைச் சுற்றி சூழ்ந்திருக்கிறது. இலை அடிஉறை என்றும், சுருக்கமாக இதை உறை (sheath) என்றும் கூறுகின்றார்கள்.

இலைகள், தனி இலைகளாகவும் (simple) அல்லது கூட்டு (compound) இலைகளாகவும் இருக்கலாம். இலைக்காம்பு ஒரு இலையைப் பெற்றிருக்கும்பொழுது தனி இலை (simple leaf) என்றும் பல சிற்றிலைகளை (leaf lets) பல வகையான அமைவுகளுடன் பெற்றிருக்கும்பொழுது கூட்டு இலை (compound leaf) என்றும் கூறப்படுகின்றன. கூட்டு இலைகளைத் தாங்கிக் கொண்டிருக்கின்ற பொதுக்காம்பை (stalk), ரேக்கிஸ் (rachis) என்றும், சிற்றிலைகள், ரேக்கிஸுக்கு பக்கவாட்டில் அமைந்திருக்கும்பொழுது சிறகு வடிவ கூட்டு இலை (pinnately compound leaf) என்றும், ரேக்கிஸின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியிலிருந்து அதாவது அதன் நுனி பாகத்திலிருந்து உண்டாகி சிற்றிலைகள் கைவிரல்கள் போன்று விரிந்த அமைவு முறையைப் பெற்றிருக்கும்பொழுது கை வடிவ கூட்டு இலை என்றும் (palmately compound leaf) அறிகிறோம். தாளின் வடிவம் (lamina shape), வரம்பு (margin), மேற்பரப்பு (surlace) இயல்புகள், டெக்ச்சர் (texture), வளரிகள் (outgrowths), நுனி (apex), அடிப்பாகம் (leaf base) முதலியவைகளைப் பொருத்து இலைகள் அதிக அளவில் வேறுபட்டு வெவ்வேறு வகையினதாக இருப்பதை நாம் இயற்கையில் பார்க்கிறோம்.

### இலையின் திசு அமைப்பியல் (Histology of the leaf) :

1. ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் இலைகள் (Leaf of Angiosperms)

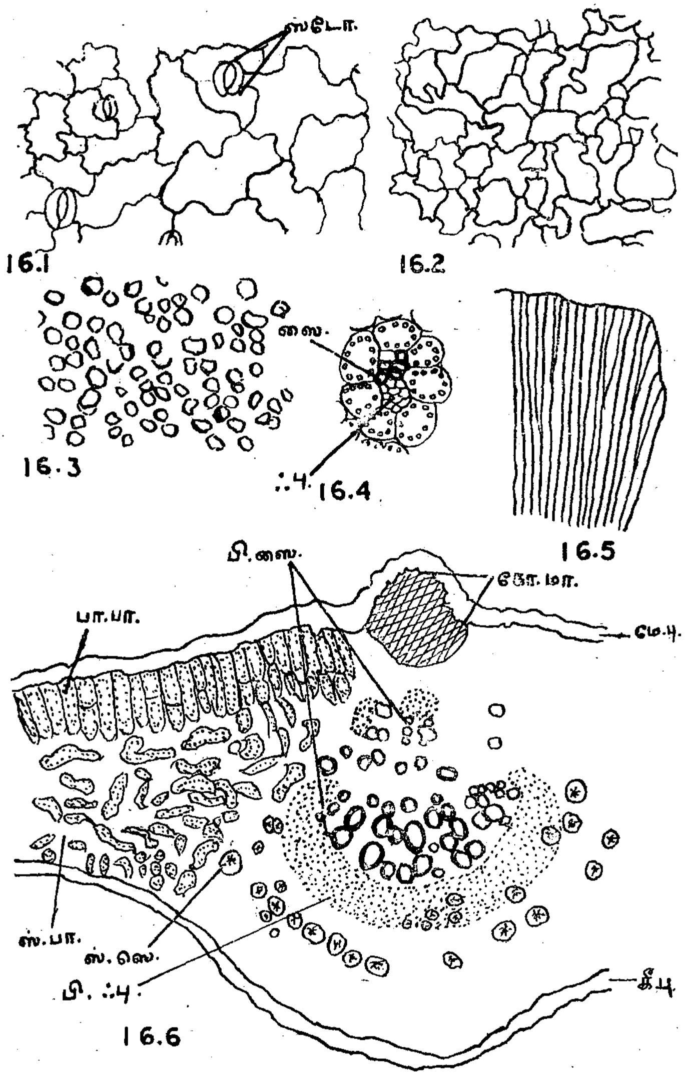
புறத்தோல் (Epidermis): பொதுவாக, இலைகளின் புறத்தோல் பல வகையான செல்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. புறத்தோல் செல்

கள் (epidermal cells) ஸ்டோமாட்டா (stomatea), காப்பு செல்கள் (guard cells), துணைசெல்கள் (subsidiary cells), பலவகையான ஒட்டு அமைப்புகள் (trichomes), கிராமினி (Gramineae), ஸிப்பரேஸி (Cyperaceae) குடும்பங்களில் காணப்படுகின்ற ஸிலிகா செல்கள் (silica cells), கார்க் செல்கள் (cork cells; Gramineae), புல்லிஃபாம் செல்கள் (bulliform cells) வேறு சில தனிப்பட்ட செல்கள் முதலியவைகள் வெவ்வேறு குடும்பங்களில், வெவ்வேறு அமைவிலும், முறையிலும் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஸ்டோமாட்டா, சாதாரணமாக எல்லா இலைகளின் கீழ் புறத்தோலில் (lower epidermis) ஏராளமாக அமைந்திருக்கின்றன. சில உதாரணங்களில், மேல் புறத்தோலிலும் (upper epidermis) வேறு சில உதாரணங்களில், இரு பக்க புறத்தோல்களிலும், முன் அத்தியாயத்தில் விவரிக்கப்பட்ட வகைகளைப் பெற்று அமைந்திருக்கின்றன. பெரும்பாலும், புறத்தோல் ஒரு அடுக்கு செல்களினால் ஆனதாகக் காணப்படுகின்றது. ஆனால், சில வேளைகளில் பல அடுக்கு புறத்தோலை (multiseriate epidermis) யும் காணலாம். (உதாரணங்கள் : ஃபிக்கஸி (Ficus), ன் சில சிற்றினங்கள்; பெகோனியா (Begonia) நீர்த் தாவரங்களின் புறத்தோல் செல்கள், பசுங்கனிகங்களைப் பெற்றிருக்கின்றன (chloroplasts). ஸ்டோமாட்டா இருக்கின்ற பகுதிகளைத் தவிர்த்து மற்ற பகுதிகளிலிருக்கின்ற புறத்தோல் செல்களிலெல்லாம், செல்லிடை வெளிகளற்று நெருக்கமாகவும், தொடர்ச்சியாகவும் அமைந்திருக்கின்றன. புறத்தோலுக்கு மேற்பரப்பில் கூட்டின் (cutin) என்ற பொருள் படிந்து சில வேளைகளில், குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு கூட்டிகில் (cuticle) என்ற தனிப்பட்ட அடுக்கு ஒன்று ஏற்படக்கூடும். (படங்கள் 17.25;16.28). மேற்கொண்டு விவரங்களுக்கு புறத்தோல் அத்தியாயத்தைப் பார்க்கவும்). இலைகள் பொதுவாக இரு பக்கங்களிலும் தட்டையுற்று இரு பரப்புகளைப் பெற்றிருப்பதினால், இவைகளில் ஒரு பரப்பை, மற்றொன்றிலிருந்து பிரித்து அறிவதற்கு, தண்டின் இடைக்கணு பாகத்திற்கு அடுத்திருக்கின்ற பக்கம் 'அடாக்ஸியல் பரப்பு அல்லது பக்கம்' (adaxial surface or side) என்றும், மற்றொரு பரப்பு அல்லது பக்கம் 'அபாக்ஸியல் பரப்பு அல்லது பக்கம்' (abaxial surface or side) என்றும் கூறப்படுகின்றன.

இலை இடைத்திசு (Mesophyll) : இலைகளின் இருபக்க புறத்தோல்களுக்கிடைப்பட்டு அமைந்திருக்கின்ற ஆதாரத் திசு (ground tissue) இடை இலைத் திசு என்றழைக்கப்படுகின்றது. இந்த சொல்லிற்கு கிரேக்க மொழியில், மீஸோஸ் (mesos) என்பதற்கு மையம் என்றும், ஃபில்லோன் (phyllon) என்பதற்கு இலை என்றும்

பொருள். இது உயிருற்ற ஒரு முக்கியமான திசுவாகும். இதனுடைய செல்கள் பாரங்கைமா வகையைச் சேர்ந்ததாகும். மேலும், இவைகள் குறிப்பிடத்தக்க அதிக அளவிற்கு செல்லிடை வெளிகளுடன் சம்பந்தப்பட்டு (intercellular spaces) அமைந்திருக்கின்றன (படங்கள் 16.3;16.6). பசுங்கனிகங்கள் (chloroplasts) ஒவ்வொரு செல்லிலும் நிறைந்து காணப்படுகின்றன. சாதாரணமாக, இந்த திசு இரு வகையினதாக (சில உதாரணங்களில் வேறுபாடின்றி ஒரே விதமானதாகவும் இருக்கலாம்) அமைந்திருப்பதை பெரும்பாலும், எல்லா இலைகளிலும் காணலாம். ஒரு வகை, பாலிஸேட் பாரங்கைமா (palisade parenchyma) என்றும், மற்றொரு வகை, 'ஸ்பான்ஜி பாரங்கைமா' (spongy parenchyma) என்றும் கூறப்படுகின்றன (படம் 16.6). பாலிஸேட் பாரங்கைமாவை வெட்டிப் பார்க்கும்பொழுது, அவைகளின் செல்கள் புறத்தோலுக்கு நேர்க்கோணத்தில் ஒரு ஒழுங்குடன் வரிசையாக அடுத்தடுத்து அமைந்திருக்கின்றன (படம் 16.6). சாதாரணமாக, பாலிஸேட் பாரங்கைமா ஒரு அடுக்காகவும் அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அடுக்குகளுடன் அடாக்ஸியல் புறத்தோலையடுத்து உள்நோக்கி அமைந்திருக்கின்றன. சில உதாரணங்களில் (நீரியும் (Nerium); ஹிலியோத்ரோப்பியும் குராஸாவிக்கும் (Heliotropium curassavicum) பாலிஸேட் பாரங்கைமா அடாக்ஸியல் அபாகஸியல் புறத்தோல்களை அடுத்து இரு பக்கங்களுக்குட்புறமாக அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 16.28). திமிலியா (Thymeleaceae), அபாக்ஸியல் தோலை அடுத்து மட்டும் இருக்கும். இலையைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, பாலிஸேட் செல்கள் நெருக்கமாக, இடைவெளியற்று அமைந்திருப்பது போல் காணப்படுகின்றன. ஆனால், உண்மையில் இவைகளுக்கிடையே இடை வெளிகள் ஏராளமாக இருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த நிலையை சரிவரத் தெரிந்து கொள்வதற்கு இலையின் மேல் தோல் பரப்பிற்கு தோல் இணைப் போக்கு வெட்டில் (paradermal section) பார்க்க வேண்டும் (படங்கள் 16.2;16.3). மேலும், இந்த வகை வெட்டில் பாலிஸேட் செல்கள் வட்ட வடிவமாகக் காணப்படும். பாலிஸேட் பாரங்கைமாவின் ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட செல்லும் சாதாரணமாக நீண்டும் உருளைக் கட்டைகள் போன்றும் (rod like) சில வேளைகளில், சமபக்கங்களைப் பெற்றும் இருக்கின்றன. சில இனங்களில், பாலிஸேட் செல்கள் ஒரு ஒழுங்கற்ற வடிவத்திலும், பக்க உறைகள் வெவ்வேறு அளவிற்கு நீண்டும் உண்டாகியிருக்கின்றன.

**ஸ்பான்ஜி பாரங்கைமா (Spongy parenchyma):** ஸ்பான்ஜி பாரங்கைமாவை பாலிஸேட் பாரங்கைமாவுடன் ஒப்பிட்டுப்




படங்கள் 16.1—16.6

படம் 16.1 16.3 நிக்கோத்தியானு தபாக்கும் (Nicotiana tabacum).

படம் 16.1 கீழ்ப் புறத்தோலின் பரப்பு தோற்றம் (X 190).

,, 16.2 ஸ்பாஞ்ஜி பாரங்கைமாவின் குறுக்கு வெட்டின் அமைவு (X 190).

,, 16.3 பாலிஸேட் பாரங்கைமாவின் குறுக்கு வெட்டின் அமைவு.

,, 16.4 நரம்பு முடிவின் குறுக்கு வெட்டின் அமைவு.

,, 16.5 ஜிங்கோ (Cinkgo sp.) இலையின் ஒரு பகுதி நரம்புகளின் அமைவு முறை.
,, 16.6 ரிஸினுஸ் கொம்மூனிஸ் (Ricinus communis) இலையின் ஒரு பகுதி குறுக்கு வெட்டு விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

பா.பா. பாலிஸேட் பாரங்கைமா; பி.ஸை. பிரைமரி ஸைலம்; கோ.மா. கோலங்கைமா; மே.பு. மேற்புறத்தோல்; ஸ்.பா. ஸ்பாஞ்ஜி பாரங்கைமா; ஸ்.ஸெ. ஸ்படிக ஸெல்; பி.ஃபு. பிரைமரி ஃபுளோயம்; கீ.பு. கீழ்ப்புறத்தோல்.

பார்க்கும்பொழுது, ஒரு ஒழுங்கற்ற அமைப்பையும், வடிவத்தையும் பெற்று வெளிப்படையாகத் தெரியக்கூடிய அளவிற்கு மிகுதியான இடை வெளிகளுடன் அமைந்திருக்கின்றன (படம் 16.6). ஸ்பான்ஜி பாரங்கைமாவின் ஸெல்கள் வெவ்வேறு வடிவங்களையும், அமைவு முறைகளையும் பெற்றிருக்கின்றன. பெரும்பாலும், இதன் ஸெல்கள் இலைகளின் பரப்பிற்கு இணை போக்கில் அமைந்திருக்கும்.

இலை இடைத்திசுவின் ஸெல்களில் மற்றொரு வகை வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளைச் (vascular bundles) சுற்றி அமைந்து காணப்படுகின்றது. இவைகளின் அமைவு முறையை குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது அவைகள் கதிர்கள் (rays) போன்று பரவி அமைந்திருக்கும். இந்த வகையை கிராமினி (Gramineae) ஸிப்பரேஸி (Cyperaceae) குடும்பங்களில் சாதாரணமாகக் காணலாம் (படம் 13.8). இதற்கு கதிரொத்த பாரங்கைமா (radiating parenchyma) என்று பெயர். இலை இடைத்திசு வகைகளில் பாலிஸேட் பாரங்கைமாதான் அதிக அளவில் உன்னத நிலையையும், முன்னேற்றத்தையும் அடைந்ததாகக் கருதப்படுகின்றது. மேலும், இந்த திசுவின் ஸெல்களில் தான் பசுங்கணிகங்கள், மற்றவைகளிலிருப்பதை விட மிகுதியான அளவில் உண்டாகியிருக்கின்றன. ஒளிச்சேர்க்கையில் இந்த திசு மற்ற திசுக்களை விட அதிக அளவு பங்கெடுத்துக் கொள்கின்றது. பாலிஸேட் திசு இலையின் ஒரு பக்கத்தில் பெற்று அதையடுத்து அதற்கு எதிர்பக்கத்தில் ஸ்பான்ஜி பாரங்கைமாவை பெற்றிருக்குமேயானால், அப்படிப்பட்ட வகையில் திசுக்களைப் பெற்றிருக்கின்ற இலை, இருபக்க இலை என்றும் (dorsi-ventral leaf), (படம் 16.6) பாலிஸேட் பாரங்கைமா இலையின் இருபக்கங்களுக்கு உட்புறமாக அமைந்திருக்கும்பொழுது அப்படிப் பட்ட இயல்பை பெற்றிருக்கின்ற இலை ஒருமித்த பக்க இலை (isolateral leaf) என்றும் கூறப்படுகின்றன (படம் 16.28).

வாஸ்குலார்த் திசு தொகுப்பு முறை (Vascular system) : புற அமைப்பியலில் நரம்பமைப்பு (venation) நரம்புகள் (veins) விவரிக்கப்படும்பொழுது, அவைகள் எல்லாம் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளின் அமைவு முறைகளைத் தவிர வேறு எதையும் குறிப்பிடுவன அல்ல என்ற உண்மையை உள்ளமைப்பியலின் வாயிலாக அறிகின்றோம்.

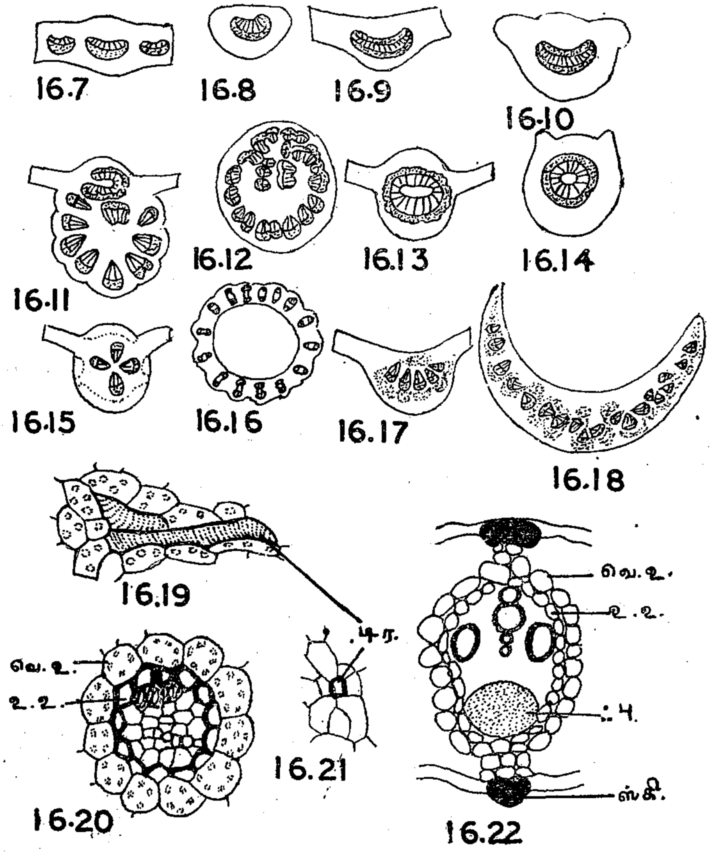
ஈக்குஸித்தும் (Equisetum) கோனிஃபர்கள் (Conifers) என்பவைகளின் ஒவ்வொரு இலையிலும் ஒரே ஒரு நரம்பு அமைந்திருக்கின்றது. ஆனால், ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களிலும், உயர்ந்த வகை பெர்ன்களிலும் (higher ferns), பெரும்பாலும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நரம்புகள், ஒவ்வொரு இலையிலும் அமைந்திருப்பதைக் கண் கூடாகப் பார்க்கலாம். புற அமைப்பியலில் தெரிந்து கொண்டபடி நரம்புகள் இரு அடிப்படையான அமைவு முறைகளை ஆஞ்ஜியோஸ் பர்ம்களின் இரு பெரும் பிரிவுகளுக்குத் தகுந்தவாறும், அவையவைகளுக்குரித்தான சிறந்ததொரு இயல்பாகவும், இந்த அடிப்படையில் ஒன்றை மற்றொன்று எளிதில் பிரித்தறியக் கூடிய அளவிற்கு ஏற்பட்டிருப்பதையும் பார்க்கலாம். ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் எல்லாம் நரம்புகள் ஒன்றுக்கொன்று இணைப்போக்கில் அமைந்திருக்கின்றன. இந்த வகை நரம்புகளினமைவு முறை இணைப்போக்கு நரம்பமைவு (parallel venation) என கூறப்படுகின்றது. இதற்கு முற்றிலும் வேறுபட்டதாக இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில், நரம்புகள் ஒன்றுக்கொன்று இணைந்து பின்னப்பட்டு கடைசியில் ஒரு வலைபோன்ற அமைப்பை பெற்றிருப்பதினால் இப்படிப்பட்ட அமைவு முறைக்கு வலையொத்த நரம்பமைவு (reticulate or netted venation) என்று பெயர். எப்படியிருந்த போதிலும், இந்த இருவகையான நரம்பு அமைவு முறைகளை மூடப்பட்ட (closed) அமைவு முறைகள் என்றழைக்கலாம். ஏனென்றால் இவைகளில் நரம்புகள் ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணைப்புற்று பின்னப்பட்ட நிலையை அடைகின்றன. இந்த மூடப்பட்ட அமைவிற்கு மாறாக, பெர்ன்களிலும் (Ferns), ஜிங்கோ (Ginkgo) என்ற பேரினத்திலும், நரம்புகள் ஒவ்வொன்றும் அடிக்கடி இரு கிளைகளுற்று ஒன்றுடன் ஒன்று இணையாமல் அமைந்திருக்கின்ற வகை திறந்த இரு கிளையுற்ற (open dichotomous) அமைவு முறை என்று அழைக்கப்படுகின்றது. பொதுவாக, வலையொத்த நரம்பமைவில், நரம்புகள் வெவ்வேறு தடிப்புத் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதையும், ஆனால் இணைப்போக்கு நரம்பமைவில் எல்லா நரம்புகளும் ஏறக்குறைய ஒத்த சம தடிப்புத் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதையும் பார்க்கலாம். சில வேளைகளில், அதிகமாக தடிப்புத் தன்மையை உடைய நரம்புகள் குறைந்த அளவு தடிப்புத் தன்மை உடைய நரம்புகளுடன் மாறி மாறி அமைந்திருப்பதுண்டு. வலையொத்த நரம்பமைவில், எல்லா நரம்புகளையும் விட, இலையின் நடுவில் பெரியதாக அமைந்திருக்கின்ற நரம்பு, நடு நரம்பு அல்லது முக்கிய நரம்பு (mid vein or main vein) என்று கூறப்படுகின்றது. இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில், இந்த நடு நரம்பு அல்லது முக்கிய நரம்பிலிருந்து இதற்கடுத்த அளவினை உடைய பல சிறிய நரம்புகள் பக்கவாட்டிலிருந்து பிரிந்தும் இவைகளிலிருந்து வேறுபல

நரம்புகள் பிரிந்தும், இவ்வாறாக பல தடவைகள் பிரிவுறுவதனாலும் ஒன்றுடன் மற்றொன்று இணைந்து பின்னப்படுவதினாலும், இலைகளினுடைய இலை இடைத்திசு உள் அமைப்பை பொருத்தமட்டில் அது மேன்மேலும் பிரிவுற்று பல நரம்புகளினால் வெவ்வேறு அளவினையுடைய பல சிறு சிறு நுண்ணிய பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு நுண்ணிய பகுதியும் ஏதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவத்தில் காணலாம். கிளையுற்று பின்னப்பட்ட நிலையில் கடைசியில் உண்டான நுண் பகுதிகளுக்கு 'ஏரியோல்' (areole) என்று பெயர். மேலும், நரம்பு பிரிவுகளின் இறுதிப் பகுதியை ஏரியோலில் காணலாம். நரம்பு பிரிவுகளின் இறுதிப் பகுதியைக் கூர்ந்து கவனிக்கும்பொழுது, அவைகள் ஒவ்வொன்றும் உண்மையில் வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு அல்லது நரம்பு முடிவுகளைக் (vein endings) குறிக்கின்றன. நரம்பு முடிவுகள் ஏரியோலுக்கு உட்புறமாக புகுந்தும் அல்லது இவைகளில்லாமலும் இருக்கலாம் (படங்கள் 16.19:16.21).

இலைகளில் நரம்புகளின் அமைவு மேலே விவரித்தபடி அமைந்திருப்பது ஒரு புறமிருக்க, மற்ற வகையான இலைகளில் சிதலொத்த இலைகள் (cataphylls), ஹிப்ஸோஃபில்கள் (hypsophylls), விதையிலைகள் (cotyledons) முதலியவைகளில், நரம்புகளின் அமைவு, மிகவும் எளியதொரு தன்மையையும் அமைவு முறையையும் பெற்றிருப்பதை சாதாரணமாகப் பார்க்க முடிகின்றது.

இலைகளில் காணப்படுகின்ற வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் ஒருங்கமைந்த தொகுப்பு (collateral bundle) வகையைச் சேர்ந்ததாக இருக்கும்பொழுது அவைகளில் 'சைலம்' மேல் புறத்தோலை அல்லது அடாக்ஸியல் பரப்பை நோக்கியும், ஃபுளோயம் கீழ் புறத்தோலை அல்லது அபாக்ஸியல் பரப்பை நோக்கியும் முறையே அமைந்திருக்கின்றது (படங்கள் 16.6;16.22). சாதாரணமாக, அதிக தடிப்புத் தன்மையுடன் கூடிய பெரிய நரம்புகளிருக்கின்ற வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளைக் குறுக்கு வெட்டில் கவனிக்கும்பொழுது, அவைகள் சில குறிப்பிட்ட வடிவங்களிலும், எண்ணிக்கையிலும் (இனங்களுக்குத் தக்கவாறு) அமைந்திருக்கின்றன. உதாரணமாக, சில வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் வட்ட வடிவமாகவும், சில முட்டை வடிவத்துடனும், வேறு சில பிறை வடிவத்துடனும், அல்லது அரைவட்ட வடிவத்துடனும் காணப்படுகின்றன (படங்கள் 16.7;16.18).

இலைகளின் நரம்புகளில் வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் அமைவு முறைகளும், தன்மைகளும் வெவ்வேறு அளவில் மாறுபடுகின்றன.




படங்கள் 16.7—16.22

படங்கள் 16.7.16.18 மைய நரம்புகள், இலைக் காம்புகளின் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளின் வெவ்வேறு அமைவுகள். எல்லா படங்களும் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்களைக் குறிக்கின்றன.

படம் 16.7 யுவோனிமுஸ் (Euonymus sp.) நரம்பு (X 9).
,, 16.8 ,, ,, இலைக்காம்பு (X 9).
,, 16.9 நீரியம் (Nerium sp.) மைய நரம்பு (X 4.7).
,, 16.10 ,, ,, இலைக்காம்பு (4.7).
,, 16.11 பிளத்தானுஸ் (Platanus sp.) மைய நரம்பு (X 8).
,, 16.12 ,, ,, இலைக்காம்பு (X 8).
,, 16.13 ஸித்ருஸ் (Citrus sp.) மைய நரம்பு (X 6).
,, 16.14 ,, ,, இலைக்காம்பு (X 6).
படம் 16.15 குக்குர்பித்தா (Cucurbita sp.) மைய நரம்பு (X 3).
,, 16.16 ,, ,, இலைக்காம்பு (X 3).

,, 16.17 மஹோனியா (Mahonia sp.) மைய நரம்பு (X 8).
,, 16.18 ,, ,, இலைக்காம்பு (X 8).
,, 16.19 வித்திஸ் வினிஃபரா (Vitis vinifera) டிரக்கீட்களையும் தொகுப்பு உறையையும் பெற்றிருக்கின்ற நரம்பின் இறுதி பகுதி. நீள் போக்கு வெட்டு (X 313). டிர. டிரக்கீட்.

படம் 16.20 ஃபெஸ்டுக்காய்டு (Festucoideae) வாஸ்குலார்த் தொகுப்பின் குறுக்கு வெட்டு. தொகுப்பு உறை இரட்டித்திருப்பதைக் கவனிக்கவும். உள் உறை தடிப்புற்ற ஸெல்களினுலானது (X 360).

வெ. உ. வெளி உரை; உ.உ. உள் உறை.

படம் 16.21 ஹ்யூமுலுஸ் (Humulus sp.) நரம்பின் இறுதியின் குறுக்கு வெட்டு (X 400).

படம் 16.22 பேனிக்காய்டி (Panicoideae) வாஸ்குலார்த் தொகுப்பின் குறுக்கு வெட்டு. தொகுப்பு உறை இரட்டித்திருப்பதைக் கவனிக்கவும். உள். வெளி உறைகள் தடிப்புற்றிருக்கின்றன (X 360).

அதிகத் தடிப்புத் தன்மையுடன் கூடிய பெரிய நரம்புகளில் வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் பிரைமரி திசுக்களையும், குறிப்பாக இலையுதிர்க்காத இனங்களில் ஸெகண்டரி ஸைலத்தையும் பெற்றிருப்பதைக் காணலாம். எப்படியிருந்தபோதிலும், பொதுவாக பெரிய நரம்புகளிலிருந்து அடுத்தடுத்த அளவினை உடைய சிறிய நரம்புகளுக்குச் செல்ல செல்ல வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் அளவு படிப்படியாக குறைந்து கொண்டு போகிறது. இதனுல், நரம்புகளின் பிரிவுகளில் இறுதியாக உண்டான நரம்பு முடிகளை குறுக்கு வெட்டில் கூர்ந்து கவனிக்கும்பொழுது, ஒன்று அல்லது இரண்டு டிரக்கீட்களும் அல்லது ஒரு ஃபுளோயம் பாரங்கைமா ஸெல்லும் காணப்படுகின்றன. சில சிற்றினங்களின் நரம்பு முடிவுகளில், டிரக்கீட்களுடன் சல்லடை ஸெல்களும் கலந்து காணப்படலாம். அல்லது பின்னது டிரக்கீட்களின் எல்லையைக் கடந்து ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்திற்கு அப்பால் சென்றும் உண்டாகி இருக்கலாம். சல்லடைத் திசு ஸெல்களுடன் பெரியதான துணை ஸெல்கள் இணைந்திருக்கின்றன. முன் அத்தியாயத்தில் (ஸ்கிலரங்கைமாவைப் பார்க்கவும்) கூறியபடி இந்த நரம்பு முடிவுகளுடன் இணைந்து தடிப்புற்ற ஸெல்கள் (sclereids) வெவ்வேறு வடிவங்களுடன் உண்டாகியிருப்பதை சில இனங்களில் காணலாம். சிறிய நரம்புகளைத் தவிர்த்து பெரிய நரம்புகளிலிருக்கின்ற ஸைலத்தில், வெஸல்களையும், ஃபுளோயத்தில், சல்லடைக்குழாய் ஸெல்களையும் காணலாம். சிறிய நரம்புகளிலும், நரம்பு முடிவுகளிலும் காணப்படுகின்ற டிரக்கீட்களின் பக்க உறைகள், சுருள் தடிப்புகளையும், சில வேளைகளில் வளைய தடிப்புகளையும் (helical or annular thickenings) பெற்றிருக்கின்றன (படம் 16.19).

தொகுப்பின் உறைகள் (Bundle sheaths) : தொகுப்பின் உறைகள், வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளைச் சூழ்ந்து பெரும்பாலும்

தொடர்ச்சியாகவும், நெருக்கமாகவும், செல்லிடை வெளிகளுடன் தொடர்பற்றும், அமைந்திருக்கின்ற ஒரு சீர் வரிசை (சில இனங்களில் இரண்டு அல்லது மூன்று சீர் வரிசைகளிலும்) பாரங்கைமாவைக் குறிப்பதாகும் (படம் 16.11). இதிலிருக்கின்ற பாரங்கைமா செல்கள், பசுங்கனிகங்களையும், சில வேளைகளில், தரசப்பொருள்களையும் (starch) பெற்றிருக்கின்றன. தொகுப்பு உறை பாரங்கைமா செல்கள் இலைப் பரப்புகளுக்கு இணைப்போக்கில் நீண்டு, தொகுப்புகளைச் சூழ்ந்து சம்பந்தப்பட்டு பெரிய நரம்புகளிலிருந்து சிறிய நரம்புகளீராக (அதாவது நரம்பு முடிவுகளிலும்) தொடர்ந்து அமைந்திருக்கின்றன. சில வேளைகளில், பாரங்கைமா செல்கள், டேனின், (tannin) படிகங்கள் (crystals) போன்ற பொருள்களைப் பெற்றிருப்பதுமுண்டு. தொகுப்பு உறை பாரங்கைமாவைப் போன்ற செல்கள், வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுக்கு மேலும் கீழுமாக உண்டாகி (குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது) வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளை மேற்புறத்தோலுடனோ அல்லது கீழ்ப்புறத்தோலுடனோ அல்லது இருபக்க புறத்தோல்களுடனோ இணைக்கின்றன. இந்த வகை பாரங்கைமா, தொகுப்பு உறை நீட்சிகள் (bundle sheath extension) என்றழைக்கப்படுகின்றன (படம் 16.22). தொகுப்பு உறைகளின் செல்களும், தொகுப்பு, உறை நீட்சிகளின் செல்களும் வாஸ்குலார்த் திசுக்களைப் போன்று செலுத்தும் செயலிலீடுபடுவதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது.

இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் பெரும்பாலும், தொகுப்பு உறைகள் பாரங்கைமா செல்களினாலானவைகளாக அமைந்திருக்கின்றன. ஆனால், ஒரு சில குடும்பங்களில் விந்திரேஸி (Winteraceae); மெலாஸ்தோமேஸி (Melastomaceae) ஸ்கிலிரங்கைமா செல்களினாலுண்டாக்கப்பட்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில், குறிப்பாக கிராமினி (Gramineae) 'ஸிப்பரேஸி' (Cyperaceae) சிற்றினங்களில், தொகுப்பு உறைகள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அடுக்குகளில் காணப்படுகின்றன. இந்த நிலையில் உள்ளுறை (inner sheath) ஸ்கிலரங்கைமா செல்களினாலும், வெளியுறை (outer sheath) பாரங்கைமா செல்களினாலும், ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன (படங்கள் 16.20;16.22). ஸ்கிலரங்கைமா தொகுப்பு செல்லுறைக்கு, மெஸ்டோம் உறை (mestom sheath) என்று பெயர் (படம் 16.20). தொகுப்பு உறை இயல்களின் அடிப்படையில் (எண்ணிக்கை; செல்களின் வகை) சிற்றினங்கள், பேரினங்கள் அல்லது பாகுபாட்டு பிரிவுகள் முதலியவைகளுக் குரித்தானவைகளாக இருப்பதோடல்லாமல், இந்த இயல்புகள் பிரித்தறிவதற்கும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. உதாரணமாக கிராமினி (Gramineae) குடும்பத்தின் பிரிவுகளான பேனிக்காய்டி

(Panicoideae) பெஸ்துக்காய்டி (Festucoideae) என்பவைகளை, தொகுப்பு உறைகளின் அடிப்படையில் பிரிக்கலாம். பேனிக்காய்டி (Panicoideae) பிரிவிலுள்ள இனங்களின் தொகுப்பு உறைகள் ஒரு அடுக்காகவும், பாரங்கைமா செல்களினால் ஆனதும்மாகும், (படம் *16.22*). ஆனால், ஃபெஸ்துக்காய்டி (Festucoideae) பிரிவு இரு உறை அடுக்குகளைப் பெற்று, அவைகளில் உள்ளுறை ஸ்கிலரங்கைமா செல்களினாலும், வெளி உறை பாரங்கைமாவினாலும் (படம் 16.20) ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன. வளர்ச்சிமுறை அடிப்படையில் தொகுப்பு உறை பாரங்கைமாவாக இருக்கும்பொழுது, அது ஆதாரத் திசுவிலிருந்து (ground tissue) உண்டாகிறது என்றும், மெஸ்டோம் உறை (ஸ்கிலரங்கைமாவாக இருக்கும் பொழுது) புரோக்கேம்பியத்திலிருந்து உண்டாகின்றது என்றும் கருதப்படுகிறது. ஒரு வகையில் பார்க்கப்போனால், இந்த தொகுப்பு உறை இலைகளின் எண்டோடெர்மிஸ் (endodermis) என்று ஒரு சிலரால் கருதப்படுகின்றது.

ஆதரவு அமைப்புகள் (Supporting structures): இலைகள் மெல்லியதாகக் காணப்பட்டபோதிலும், அவைகளுக்கு வலிவையும், ஆதரவையும் கொடுக்கக்கூடிய வகையில், வலிவைக் கொடுப்பதற்கு ஸ்கிலரங்கைமாவும் (sclerenchyma), கோலங்கைமாவும் (collenchyma) தோன்றி அவைகள் முறையே இனங்களுக்குத் தக்கவாறு இலைகளின் சில குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் ஒரு ஒழுங்கான முறையிலும் வெவ்வேறு அளவிலும், வடிவத்திலும் (குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது) சிறப்பாக அமைந்திருக்கின்றன. இலைகளுக்கும் பொதுவாக ஓரளவிற்கு ஆதரவு கொடுக்கக் கூடிய வகையில், அவைகளின் வாஸ்குலார்த் திசு அமைவுமுறை ஏற்கனவே அமைந்திருக்கின்றது. மேற்கொண்டு கூடுதலாக வலிவைக் கொடுப்பதற்கு கோலங்கைமா, ஸ்கிலரங்கைமா திசுக்கள் உண்டாகி இருக்கின்றன. இந்த வகையில், இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் பெரும்பாலும் கோலங்கைமாத் திசு, புறத்தோல்களை அடுத்தும், வரம்புகளை அடுத்தும், வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட பக்கத்திலும், குறிப்பாக அபாக்ஸியல் பக்கத்தில் (Abaxial surface) அமைந்திருக்கின்றது. இதுவுமன்றி சில வகை தடிப்புற்ற செல்களும் (sclereids) இலை இடைத் திசுவினிடையே வெவ்வேறு முறையில் அமைந்து இலைகளுக்கு வேண்டிய வலிவைக் கொடுக்கின்றன. ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் கோலங்கைமாத் திசு பெரும்பாலும் காணப்படுவதில்லை. இதற்குப் பதிலாக ஸ்கிலரங்கைமா என்ற திசு, புறத்தோல்களை அடுத்தும், வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுடன் இணைந்து இழைக்கற்றைகளாகவும் (strands) அல்லது வாஸ்குலார்த் தொகுப்புக்களையும்

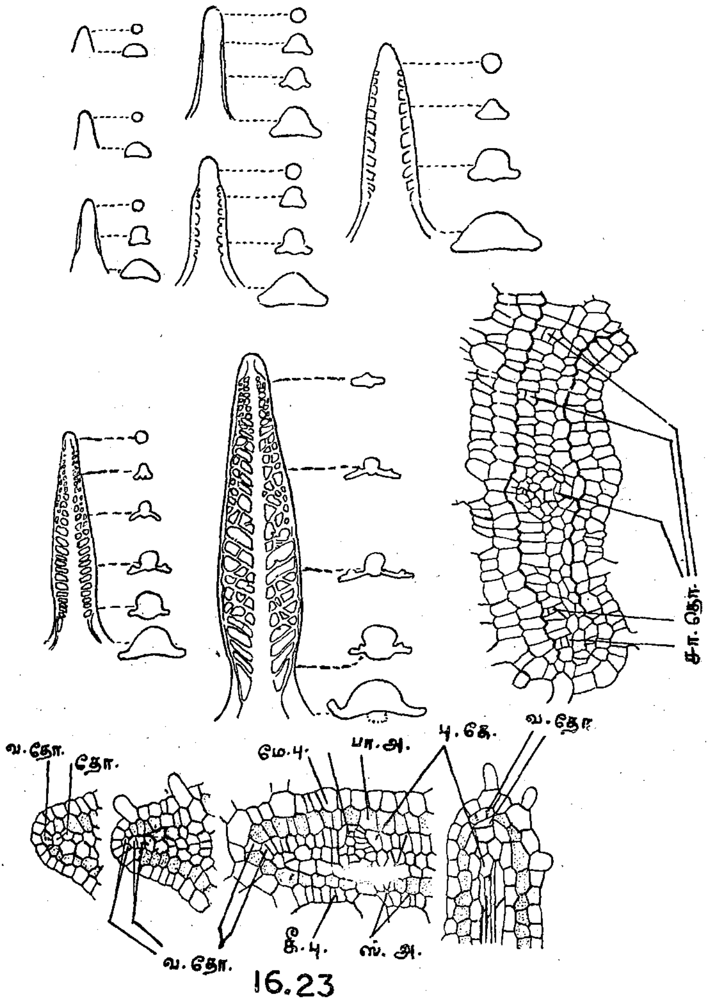
புறத்தோலையும் இணைக்கும் வகையில், கிர்டர்களாக (girders) அமைந்தும், வெவ்வேறு வடிவங்களிலும், அளவிலும் இனங்களுக்குத் தக்கவாறு அவையவைகளுக்கே உரியதொரு சிறப்பியல்பாக அமைந்திருக்கின்றன (மேற்கொண்டு விபரங்களுக்கு ஸ்கிலரங்கைமா அத்தியாயத்தைப் பார்த்து தெரிந்துகொள்ளவும்).

**ஜிம்னோஸ்பர்மின் இலை** (grmnosperm leaf): இந்தப் பிரிவில் இருவகையான இலைகளின் உள்ளமைப்பைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வதற்கு இரு உதாரணங்களை, **ஸிக்கஸ்** (cycas), **பினுஸ்** (Pinus) இவைகளை அடிப்படையாக வைத்துக் கொண்டு கவனிப்போம்.

(1) **ஸிக்கஸ்** (Cycas): குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது ஸிக்கஸின் சிற்றிலைகளில் (leaflets) கீழ்க்காணும் உள்ளமைப்புகளைக் காணலாம். புறத்தோல் செல்கள் சாதாரணமாக அதிக அளவில் தடிப்புற்ற செல்களினால் ஆனது. புறத்தோல்களுக்கு மேற்பரப்பில் தடிப்பான கூட்டிக்கில் (cuticle) அடுக்கு உண்டாகி இருக்கின்றது. ஸ்டோமாட்டா அபாக்ஸியல் புறத்தோல் பரப்பில் புதைவுற்ற நிலையில் காணப்படுகின்றது. இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் இலைகளில் காணப்படுகின்ற இருவகையான இலை இடைத் திசு செல்கள் போன்று இதனுடைய இலை இடைத் திசு செல்களும் இருவகையினதாகத் தோன்றியிருக்கின்றன (படம் 16.25). அடாக்ஸியல் புறத்தோலுக்கு உட்புறமாக கீழாகவும் பாலிஸேட் பாரங்கைமாவிற்கும் இடையில் ஒரு அல்லது இரு சீர் வரிசையில் புறத்தோல் அடி அடுக்குகள் (hypodermel layers) உண்டாகியிருக்கின்றன. வாஸ்குலார்த் தொகுப்பில் புரோட்டோ ஸைலம் (protoxylem) அபாக்ஸியல் பக்கத்தை நோக்கியும் மெட்டாஸைலம் (metaxylem) அடாக்ஸியல் பக்கத்தை நோக்கியும் அமைந்திருக்கின்றன. வாஸ்குலார்த் தொகுப்பைச் சுற்றி எண்டோடெர்மிஸ் (endodermis) உண்டாகியிருக்கின்றது. வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுக்கு இருபக்கங்களிலும் ஒரு தனிப்பட்ட திசு வகை ஒன்று அமைந்திருக்கின்றது. இதற்கு டிரான்ஸ்ஃபூஷன் திசு (transfusion tissue) என்று பெயர் (படம் 16.25). இந்த திசுவில் டிரக்கீட்டுகளையும், பாரங்கைமா செல்களையும் காணலாம். இந்த திசு ஸிக்கஸ் (cycas) என்ற பேரினத்தில் மட்டுமல்லாமல், ஜிம்னோஸ்பர்ம்களின் ஏனைய பேரினங்களுக்கும் இது ஒரு சிறப்பியல்பாக உண்டாகியிருப்பதைக் காணலாம். இந்த திசு நீரையும், உணவுப் பொருள்களையும், வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுக்கும், இலை இடைத் திசுக்களுக்கும் இடையே செலுத்துவதற்கு பயன்படுகிறது என்று கருதப்படுகின்றது.

(2) பீனூஸ் (Pinus): இந்த இனத்தின் இலைகள் புற அமைப்பைப் பொருத்த மட்டில் குறுகலாகவும், ஊசி போன்ற வடிவத்தையும் பெற்றிருக்கின்றன. இவைகளை குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, அதிக அளவில் தடிப்புற்ற செல்களினாலான புறத்தோலையும், புறத்தோலுக்கு மேற்பரப்பில் தடிப்பான கூட்டிக்கில் (cuticle) அடுக்கு சிறப்பான முறையில் அமைந்திருக்கின்றதைப் பார்க்கலாம் (படம் 16.24). ஸ்டோமாட்டா எல்லா பக்கங்களிலும் உள்ள புறத்தோல் பரப்புகளில் பரவியிருக்கின்றன. இவைகள் புறத்தோல் செல்களுக்கிடையே புதைந்து ஆனால் துணை செல்கள் (subsidiary cells) மட்டும் உயர்த்தப்பட்ட நிலைகளில் அமைந்திருக்கின்றன (படம் 16.24). புறத்தோல் அடி அடுக்கு (hypodermis) நார்த் திசுக்களினால் ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இலை இடைத் திசு ஒரு தனிப்பட்ட இயல்பை உடைய பாரங்கைமா செல்களினால் ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இந்த செல்களின் பக்க உறைகள் உள்பக்கம் இழுக்கப்பட்டு, மடிப்புகளுடன் பசுங்கனிகங்களைப் பெற்று காணப்படுகின்றன (படம் 16.24). ரெஸின் குழாய்கள் (resin ducts) பெரும்பாலும், ஒவ்வொன்றாக இரு பக்கங்களில் உண்டாகி இலை இடைத் திசுவில் அமைந்திருக்கின்றன (படம் 16.24). ஒவ்வொரு ஊசி போன்ற இலையில் ஒன்று அல்லது இரண்டு வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் (குறுக்கு வெட்டில்) அடுத்தடுத்து ஒன்றன் பக்கத்தில் ஒன்றாக அமைந்திருக்கின்றன (படம் 16.24). ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் இலைகளில், புரோட்டோஸைலமும், மெட்டாஸைலமும் அமைந்திருப்பது போல், இதன் இலைகளிலும் புரோட்டோஸைலம் அடாக்ஸியல் பக்கத்தை நோக்கியும், மெட்டாஸைலம் அபாக்ஸியல் பக்கத்தை நோக்கியும் அமைந்திருக்கின்றன. ஒவ்வொரு வாஸ்குலார்த் தொகுப்பும் டிரான்ஸ்ஃப்யூஷன் திசுவினால் சூழப்பட்டு இருக்கிறது. பாரங்கைமா செல்களில் டேன்னின், ரெஸின், தரசப் பொருள்கள் முதலியவைகளைப் பார்க்கலாம். வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளையும், டிரான்ஸ்ஃப்யூஷன் திசுவையும் சூழ்ந்து தடிப்புற்ற செல்களினால் ஆன எண்டோடெர்ம்ஸ் உண்டாகியிருக்கின்றது (படம் 16.24). இலை இடைத் திசுவில் ஒரே வகையான பாரங்கைமா திசு காணப்படுகின்றது. வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் (குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும் பொழுது) இலைப் பரப்புகளுக்கு சிறிது சாய்வுற்று (oblique) அமைந்திருக்கின்றன.

மேற்கூறப்பட்ட இரு இனங்களில் டிரான்ஸ்ஃப்யூஷன் செல்களில் இருவகையான திசுக்கள் அடங்கியிருப்பதாகக் கூறப்பட்டது. இதைக் குறித்து மேலும் ஆராய்கின்ற பொழுது, டிரான்ஸ்ஃப்யூஷன் பாரங்கைமா செல்கள் உயிருற்றவைகளாகவும், லிக்னின் கலப்




16.23

படம் 16.23 நிக்கோத்தியாளு தபாக்கும் (Nicotiana tabacum) இலை தோற்றம், வளர்ச்சி முறைகள், திசு உற்பத்தி முதலியவைகளைக் குறிக்கும் வெவ்வேறு நிலைகள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

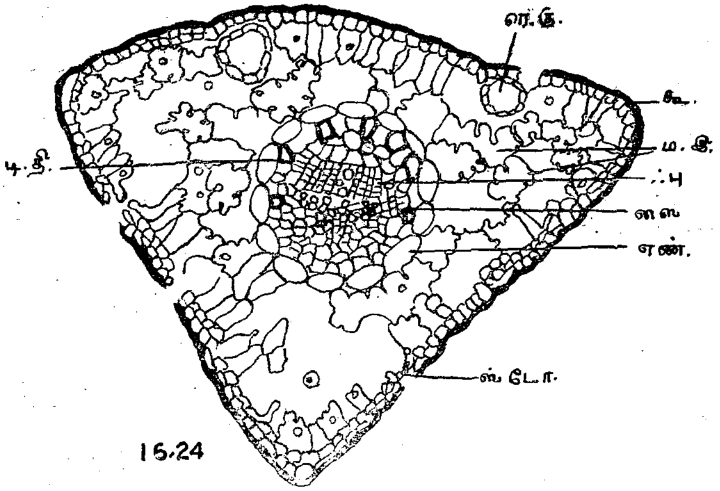
வ.தோ. வரம்பு தோற்றுவி; தோ. தோன்றல்; மே.பு. மேற்புறத்தோல்; பா.அ. பாலிஸேட் அடுக்கு; பு.கே. புரோக்கேம்பியம்; ஸ்.ஆ. ஸ்பாஞ்ஜி அடுக்கு; கீ.பு. கீழ்ப் புறத்தோல்; சா.தொ. வாஸ்குலார்த் திசு.

புற்ற மெல்லிய செல்லுறைகளையும், டிரான்ஸ்ஃபூஷன் டிரக்கீட்கள் லிக்னின் கலப்புற்ற மெல்லிய செல்லுறைகளையும், குழிகளையும் பெற்று காணப்படுகின்றன. பாரங்கைமா செல்களில் டேன்னின், ரெஸின், தரசப்பொருள் முதலியவைகளைக் காணலாம். சைலத்தை அடுத்து தொடர்புற்று இருக்கின்ற டிரான்ஸ்ஃபூஷன் செல்கள் நீண்டும், இதிலிருந்து இலை வரம்புகளை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல அவைகள் பாரங்கைமா செல்களைப் போன்று குட்டையாகவும், அவைகளின் வடிவத்தையும் பெறுகின்றன.

இலையின் வளர்ச்சி முறை (Development of the leaf): இலையின் வளர்ச்சி முறையில் இரு நிலைகள் அடங்கியிருக்கின்றன. (1) நுனி ஆக்குத்திசுவிலிருந்து ஏற்படுகின்ற தோற்றம். (2) தொடக்க வளர்ச்சியும், திசு உற்பத்தி நிகழ்ச்சிகளுமாகும் (histogenesis). இந்த இரு அடிப்படைகளில் இலை வளர்ச்சி முறையைக் குறித்து கவனிப்போம்.

(1) நுனி ஆக்குத்திசுவிலிருந்து தோற்றம் (Origin from apical meristem): இலைகள் தோன்றுவதற்கு முந்திய நிலையில் நுனி ஆக்குத்திசுவின் நுனி இறுதி பாகத்திற்கு கீழ்ப்பகுதியின் பக்கப் பகுதிகளில் பெரிக்கிலைனல் (periclinal) செல் பிரிதல்களேற்படுகின்றன. இந்த செல் பிரிதல்களின் மூலம் தோன்றல்கள் பல உண்டாகி ஒரு முட்டு போன்ற அமைப்பு ஒன்று நுனி பாகத்திற்கு பக்கவாட்டில் எழுகின்றது. இதற்கு இலை முட்டு (leaf buttress) என்று பெயர் (படங்கள் 5.5;5.11). இந்த பெரிக்கிலைனல் செல் பிரிதல்கள் மேற்பரப்பு அடுக்கில் உள்ள (superficial layer) செல்களில் ஏற்படாமல் அதையடுத்து உட்புறமாக இருக்கின்ற ஒன்று அல்லது இரண்டு அடுக்குகளில் உள்ள செல்களில் ஏற்படுகின்றன. இந்தப் பொதுப்படையான நிலைக்கும், நிகழ்ச்சிக்கும் விதிவிலக்காக ஒருவித்தையிலைத் தாவர இனங்களில் சிலவற்றிலும் அக்கேஸியாவின் (Acacia) ஃபில்லோட்கள் (phyllodes) உண்டாகும்பொழுதும் முதன் முதலாக ஏற்படுகின்ற பெரிக்கிலைனல் செல் பிரிதல்கள் டூனிக்காவின் மேற்பரப்பு செல்களில் ஏற்படுகின்றன. இவ்வாறு உட்புற அடுக்குகளில் பெரிக்கிலைனல் செல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்பொழுது, இந்தப் பகுதிகளின் குறுக்களவு விரிவடைந்து கொண்டு வருகிறது. இந்த விரிவுக்குத் தக்கவாறு மேற்பரப்பு அடுக்கின் பரப்பும் விரிவடைய வேண்டிய நிலை ஏற்படுகின்றது. அதனால், மேற்பரப்பு அடுக்கின் செல்கள் ஆன்டிக்கிலைனல் (anticlinal) செல் பிரிதல்களை அடைகின்றன (படம் 5.9).

ஏற்கனவே தெரிந்துகொண்டபடி, ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் தண்டு நுனி பாகங்களில் இருக்கின்ற வளர்ச்சி சம்பந்தப்பட்ட இரு மண்டலங்களான (zones) டூனிக்கா (tonica), கோர்ப்புஸ் (corpus) என்பவைகள் இலை ஆதாரங்கள் (primordia), முட்டுகள் (buttresses) முதலியவற்றை தோற்றுவிக்கின்ற செயல்களில் வெவ்வேறு அளவிற்கு பங்கு பெறுகின்றன. டூனிக்கா ஒரு அடுக்காக இருக்கின்ற இனங்களில் இலைகளைத் தோற்றுவிப்பதற்கான முதன் முதலாக ஏற்படக்கூடிய ஸெல் பிரிதல்கள் பெரும்பாலும் கோர்ப்புஸில் தோன்றுகின்றன. அதே சமயத்தில், நுனி ஆக்குத் திசு மூன்று அடுக்குகளால் ஆன (three-layered) டூனிக்காவை பெற்றிருக்கின்ற இனங்களில் முதன் முதலாக ஏற்படக்கூடிய




படம் 16.24 பீனுஸ் (Pinus sp.) இலையின் குறுக்கு வெட்டு (X 108). விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

ரெ.கு. ரெஸின் குழி; கூ. கூட்டிக்கில்; ம.இ. மடிப்புற்ற இலைத் திசு; ஃபு. ஃபுளோயம்; ஸை. ஸைலம்; எண். எண்டோடெர்மிஸ்; டி.தி. டிரான்ஸ்ஃபூஷன் திசு; ஸ்டோ; ஸ்டோமா.

ஸெல் பிரிதல்கள் பெரும்பாலும் டூனிக்காவின் உட்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற கடைசி அடுக்கில் (அதாவது மூன்றுவது அடுக்கில்) ஏற்படுகின்றன. சில உதாரணங்களில், டூனிக்காவின் அடுக்குகள் எந்த எண்ணிக்கையிலிருந்தாலும் முதன் முதலாக தோன்றுகின்ற ஸெல் பிரிதல்கள் டூனிக்காவிலும், கோர்புஸிலும் ஏற்படுகின்றன. எப்படியிருந்தபோதிலும், மேன்மேலும்

தொடர்ந்து செல் பிரிதல்கள் ஏற்படுவதின் மூலம் இலை முட்டு அல்லது ஆதாரம் மேல் நோக்கி வளர்ந்து கொண்டு வருகின்றதைப் பார்க்கலாம்.

(2) **தொடக்க வளர்ச்சியும், திசு உற்பத்தியும் (Early growth and histogenesis** *படம் 16.23*). மேலே கூறியபடி உண்டாகின்ற இலை முட்டுக்கள் அல்லது ஆதாரங்கள் மென்மேலும் தொடர்ந்து வளர்வது மேற்கொண்டு தொடர்ந்து ஏற்படுகின்ற செல் பிரிதல் களைப் பொருத்தும் தோன்றல்கள் அடைகின்ற விரிவைப் பொருத்தும் இருக்கின்றன. குறுஞ்செடிகளிலும் (herbs), சில மர இனங்களிலும், இலைகளின் வளர்ச்சி தொடக்கத்திலிருந்து முழு வளர்ச்சி அடைகின்ற வரை தங்கு தடையின்றி, பருவங்களினுல் பாதிக்கப்படாமல் தொடர்ச்சியான நிகழ்ச்சிகளாக ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும். ஆனுல், வேறு சில மர இனங்களில், இலை முட்டுக்கள் அல்லது ஆதாரங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட பருவ காலத்தில் தோன்றி, குளிர் காலத்தில் தடைபட்டு (இப்பொழுது இலை முட்டுக்களாகவே தோன்றும்) வசந்த கால தொடக்கத்தில் மேற்கொண்டு மீண்டும் வளர ஆரம்பிக்கின்றன.

இப்பொழுது இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் விரிந்த இலைப் பரப்பை உடையதும், குறுகிய இலை அடிப்பாகத்தையும், இலைக்காம்பை பெற்று அல்லது பெருமல் இருக்கின்ற ஒரு இலையை அடிப்படையாக வைத்துக்கொண்டு அதன் வளர்ச்சியைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வோம். இத்தன்மைகளையுடைய இலையின் வளர்ச்சி நான்கு முக்கிய நிகழ்ச்சிகளைப் பெற்றும், அவைகள் பெரும்பாலும் ஒன்றன் பின் ஒன்ருக அடுத்தடுத்தும் ஏற்படுகின்றன. அவை களாவன : 1. இலை முட்டு அல்லது ஆதாரம் தோன்றுதல் (2) இலை ஆக்ஸிஸ் (leaf axis) தோன்றுதல். (3) தாள் (lamina) உண்டாவது. 4. திசு உற்பத்தி (histogenesis). இந் நிகழ்ச்சிகள் வெவ்வேறு வகையினதாக பிரித்துக் கூறப்பட்டபோதிலும், சில வேளைகளில், ஒரு நிகழ்ச்சியை மற்றொன்றிலிருந்து பிரிக்க முடியாமல் அதாவது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நிகழ்ச்சிகள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரே சமயத்தில் கலந்து ஏற்படுவதுமுண்டு.

1. **இலை முட்டு அல்லது ஆதாரம் தோன்றுதல் :** முதல் நிலை நிகழ்ச்சியான இலை முட்டு அல்லது ஆதாரத்தின் தோற்றத்தைக் குறித்து முன்பு தெரிந்து கொண்டோம்.

2. **இலை ஆக்ஸிஸ் தோன்றுதல் :** இவ்வாறு உண்டான முட்டு அல்லது ஆதாரம் மேற்கொண்டு ஒரு குறிப்பிட்ட போக்கில் வளர்ந்து ஒரு நிமிர்ந்த நிலையிலிருக்கின்ற முளை (peg-like) போன்று அல்லது கூம்பு போன்ற வடிவத்தைப் பெறுகின்றது. இந்த முளை

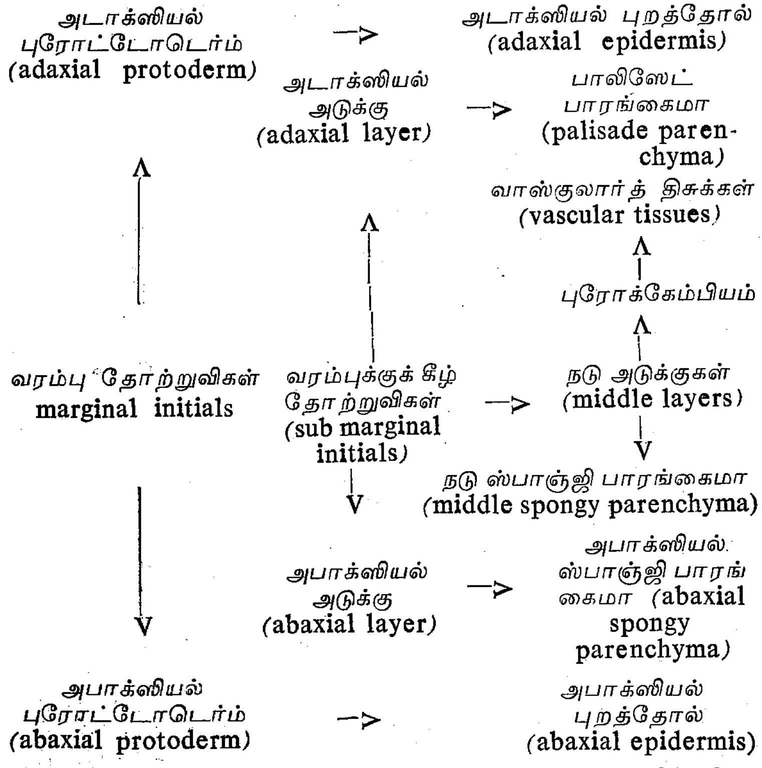
போன்ற வடிவ அமைப்பில் அடாக்ஸியல் பக்கம் சிறிது தட்டையுற்று காணப்படும். இப்பொழுது இந்த நிலையை அடைந்த அமைப்பிற்கு இலை ஆக்ஸிஸ் என்று பெயர். இந்த ஆக்ஸிஸ், வளர்ந்து வருகின்ற இலை ஆதாரத்தின் நடு நரம்பு-இலைக்காம்பு mid rib-petiole) குறிக்கின்ற ஒரு கூட்டமைப்பாகக் கருதப்படுகின்றது. இதில் ஆக்குத்திசு செயல் அதாவது ஸெல் பிரிதல்கள் இந்த இலை ஆக்ஸிஸின் நுனி பாகத்தில் ஏற்பட்டு பிறகு அதன் அடிப்பாகத்தை நோக்கி ஏற்பட்டு முழுதும் பரவுகின்றது. இவ்வகையில் வளர்ச்சி ஏற்படுவதில் இருவகையான வளர்ச்சி முறைகளைப் பார்க்கலாம். ஒன்று நுனி வளர்ச்சி (apical growth) மற்றொன்று இடைப்பட்ட வளர்ச்சி (intercalary growth) என்பவைகளாகும். இந்த இரு வகையான வளர்ச்சி முறைகளில் நுனி வளர்ச்சி குறுகிய காலத்திற்கு மட்டும் ஏற்பட்டு இலை ஆக்ஸிஸின் உட்புறத் திசுக்களை உண்டாக்குகின்றது. நுனி வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமாக ஒரே ஒரு நுனி அடித் தோற்றுவி (sub apical initial) ஏற்படலாம். அல்லது ஒரு சில நுனி அடித் தோற்றுவிகள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு சிறு தொகுப்பாக இருந்து அவைகளின் மூலமும் வளர்ச்சி ஏற்படலாம் என்று தெரிகிறது. இந்த நிகழ்ச்சியுடன் கூடவே சம்பந்தப்பட்டு, புரோட்டோடெர்ம் (protoderm) ஸெல்கள் ஆண்டிகிலைனல் ஸெல் பிரிதல்கள் மூலம் மேன்மேலும் பரப்பை விரிவடையச் செய்து கொண்டு வருகின்றதைப் பார்க்கலாம். இந்த இரு வகை வளர்ச்சி முறைகளினால், இலை ஆக்ஸிஸ் மேன்மேலும் உயர்ந்து வளர்ந்து கொண்டு வருகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு அகலப் போக்கிலும் விரிவு ஏற்படுகின்றது. இந்த அகலப் போக்கு அதிகரிப்பு இலை ஆக்ஸிஸின் அடாக்ஸியல் பரப்பில் தோன்றியிருக்கின்ற அடாக்ஸியல் ஆக்குத்திசுவினால் (adaxial meristem) ஏற்படுத்தப்படுகின்றது.

(3) தாள் (Lamina) உண்டாதல்: இலை ஆக்ஸிஸ் தொடர்ந்து நீண்டு கொண்டு வருகின்ற நிகழ்ச்சிகளின் தொடக்க நிலைகளில், இதனுடைய இரு வரம்புகளிலுள்ள (margins) மேற்பரப்பு ஸெல்கள் ஆக்குத்திசு ஸெல்களாகத் தோன்றுகின்றன. இந்தப் பகுதிகளிலமைந்து செயல்பட்டுக் கொண்டு வருகின்ற ஆக்குத்திசு ஸெல்களை, வரம்பு ஆக்குத்திசுக்கள் (marginal meristems) என்று அழைக்கிறார்கள். இவைகள் பார்ப்பதற்கு வரிசைக்கிரமமாக ஒழுங்கு முறையுடன் அமைந்திருக்கின்றன. இலை ஆக்ஸிஸ் 1 மீ.மீக்கு குறையாத நீளத்தைப் பெற்றும், அதே சமயத்தில், நுனி வளர்ச்சி முடிவு பெறாத நிலையிலும், வரம்பு ஆக்குத்திசுக்களினாலுண்டாக்கப்படுகின்ற தோன்றல்கள் இலை ஆக்ஸிஸின் பக்கவாட்டிலிருந்து பரவி அமைகின்றன. அல்லது தண்டை நோக்கி பரவுவதுமுண்டு.

பெரும்பாலும் வரம்பு ஆக்குத்திசுவிலிருந்து ஆன்டிக்கிலைனல் ஸெல் பிரிதல்களின் மூலம் புதிது புதிதாக உண்டாக்கப்படுகின்ற தோன்றல்கள் (derivatives) அபாக்ஸியல், அடாக்ஸியல் புரோட்டோடெர்மாக மாறுகின்றன. வரம்பு ஆக்குத்திசுவை அடுத்து உட்புறமாக தோன்றியிருக்கின்ற வரம்புக்கீழ் ஆக்குத்திசு (sub marginal meristem) செயல்படுவதின் மூலம் உட்புறமாக தோன்றல்கள் ஏற்பட்டு திசு வகைகளுண்டாகின்றன. வரம்பு ஆக்குத்திசுவிற்கும், வரம்பு கீழ் ஆக்குத்திசுவிற்கும் ஒரு முக்கிய வேறுபாடுண்டு. அதாவது, வரம்பு ஆக்குத்திசுவின் தோற்றுவிகள் (initials) எப்பொழுதும் ஆன்டிக்கிலைனல் ஸெல் பிரிதல் மூலம் புதிதாக தோன்றல்களை உண்டாக்குகின்றன. ஆனால், வரம்பு கீழ் ஆக்குத்திசுவின் தோற்றுவிகளோ, பல வகையான போக்குகளில் ஸெல் பிரிதல்களுறுவதின் மூலம் புதிதாக தோன்றல்களை ஏற்படுத்துகின்றன. ஆகவே, இலை வளர்ச்சி சம்பந்தப்பட்ட மூன்ருவது நிலையான தாள் (lamina) தோன்றுவது இருவகையான ஆக்குத்திசுக்களினுல் (ஒன்று வரம்பு ஆக்குத்திசு, மற்ருென்று வரம்புக் கீழ் ஆக்குத்திசு) தோன்றல்கள் ஏற்படுத்தப்பட்டு, அவைகள் பிறகு வளர்ச்சி மாறுதல்களை அடைந்து வெவ்வேறு வகையான திசுக்களாகவும், அதன் விளைவாக இலை பரப்பில் நாளடைவில் படிப்படியாக அதிகரிப்பு ஏற்படும் உண்டாகின்றது.

(4) திசு உற்பத்தி (histogenesis): மேலே விவரிக்கப்பட்ட வரம்பு ஆக்குத்திசு செயல்பட்டு வருகின்ற கால அளவு ஒரே விதமாக இல்லாமல் வெவ்வேறு அளவில் மாறுபடுகின்றது. இலைகளின் வரம்புகளிலேற்படுகின்ற வரம்பு வளர்ச்சி (marginal growth) நின்ற பிறகு, தாளில் (lamina) மேற்கொண்டு ஏற்படுகின்ற வளர்ச்சி, ஸெல் அடுக்குகளில் உண்டாகின்ற ஸெல் பிரிதல்களின் மூலம் எற்படுகின்றது. அந்த நிலையில் ஏற்படுகின்ற ஸெல் பிரிதல்கள் எல்லாம், ஆன்டிக்கிலைனல் முறையிலுண்டாகின்றன. இதன் விளைவாக, மற்ருெரு வகையான ஆக்குத்திசு உண்டாகின்றது. இதற்கு தட்டு ஆக்குத்திசு (plate meristem) என்று பெயர். இந்த தட்டு ஆக்குத்திசுவில் ஸெல் பிரிதல்கள் ஆன்டிக்கிலைனல் முறையிலும், இவ்வாறு ஒவ்வொரு அடுக்கிலும் ஏற்படுகின்ற ஸெல் பிரிதல்களின் போக்குகள் வளர்ந்து வருகின்ற இலை பரப்பிற்கு நேர்க்கோணத்திலும் அமைகின்றது. இதனுடைய செயலினுல் பரப்பில் மட்டும் அதிகரிப்பு ஏற்படுகின்றது. தடிப்புத் தன்மை அதிகரிப்பதில்லை. புதிதாக ஏற்படுகின்ற தோன்றல்களும், இவைகளை உண்டாக்குகின்ற தட்டு ஆக்குத்திசுவும், அடுக்குற்று ஒரு ஒழுங்கு முறையில் அமைந்திருக்கின்ற காரணத்

தினால், புறத்தோல் பாலிஸேட் பாரங்கைமா, ஸ்பாஞ்ஜி பாரங்கைமா, வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் முதலியவைகள் எந்தெந்த அடுக்கிலிருந்து தோன்றுகின்றன என்பதை எளிதில் பிரித்தறிய முடிகிறது. கீழே கொடுக்கப்பட்ட படத்திலிருந்து இலைகளின் பல வகையான திசுக்கள் எந்தெந்த அடுக்கிலிருந்து ஒரு ஒழுங்கான முறையில் தோன்றி, கடைசியில் ஒரு வரிசைக் கிரமமாகவும் அமைகின்றன என்பதை தெளிவாக தெரிந்து கொள்ளலாம்.

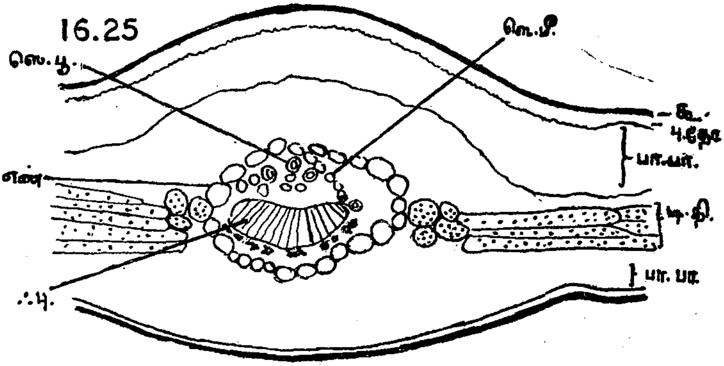



(படம் 16.23) இலையின் திசு உற்பத்தி (Histogenesis of leaf)
நிக்கோத்தியானா தபாக்கும் (Nicotiana tabacum புகையிலை);

மேலே காட்டப்பட்ட இலைத் திசுக்களின் பல வகைகளில், பாலிஸேட் பாரங்கைமா திசுதான் மற்ற திசு வகைகளிலெல்லாம் வளர்ச்சி மாற்றங்கள் ஏற்பட்ட பிறகு கடைசியாக முதிர்ச்சியடைகின்ற திசுவாக இருக்கின்றது. வேறு வகையில் கூறப்போனால், மற்ற திசுக்களெல்லாம் மாற்றங்களையடைந்து முதிர்ச்சியடைந்த

பிறகும், பாலிஸேட் பாரங்கைமா திசு ஒன்று தான் ஆக்குத்திசு நிலையிலிருந்து செல் பிரிதல்களை ஏற்படுத்திக் கொண்டும், வளர்ந்து கொண்டும் வருகின்றது என்பதாகும். இலையின் பல பகுதிகள், பல போக்குகளிலும், பல விகிதங்களிலும் (rates) விரிவடைகின்றன. இலையின் வளர்ச்சி பாரம்பரிய காரணிகளினாலும் (genetic factors) வெளிப்புற சூழ்நிலைக் காரணிகளாலும் ( external factors ) நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன என்று பலரால் எடுத்துக்காட்டப்பட்டிருக்கின்ற ஒரு உண்மையாகும். மேலே கொடுக்கப்பட்ட படத்திலிருந்து திசுக்களின் தோற்றங்களைக் குறித்தும் அவைகளுக்கான ஆக்குத்திசுக்களைக் குறித்தும் மேலும் இவைகளெல்லாம் இலையைப் பொருத்தமட்டில் (குறுக்கு வெட்டு நோக்கில்) எவ்வாறு வரிசைக்

16.25




படம் 16.25 ஸிக்கஸ் (Cycas sp.) சிற்றிலையின் குறுக்கு வெட்டு (X67) விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

செ.மீ. குனி மைய சைலம்; செ.பூ. விரி மைய சைலம்; கூ. கூட்டிக்கில்; பு.தோ. புறத்தோல்; பா.பா. பாலிஸேட் பாரங்கைமா; டி.தி. டிரான்ஸ்பூஷன் திசு; எண். எண்டோடெர்மிஸ்; ஃபு. புளோயம்.

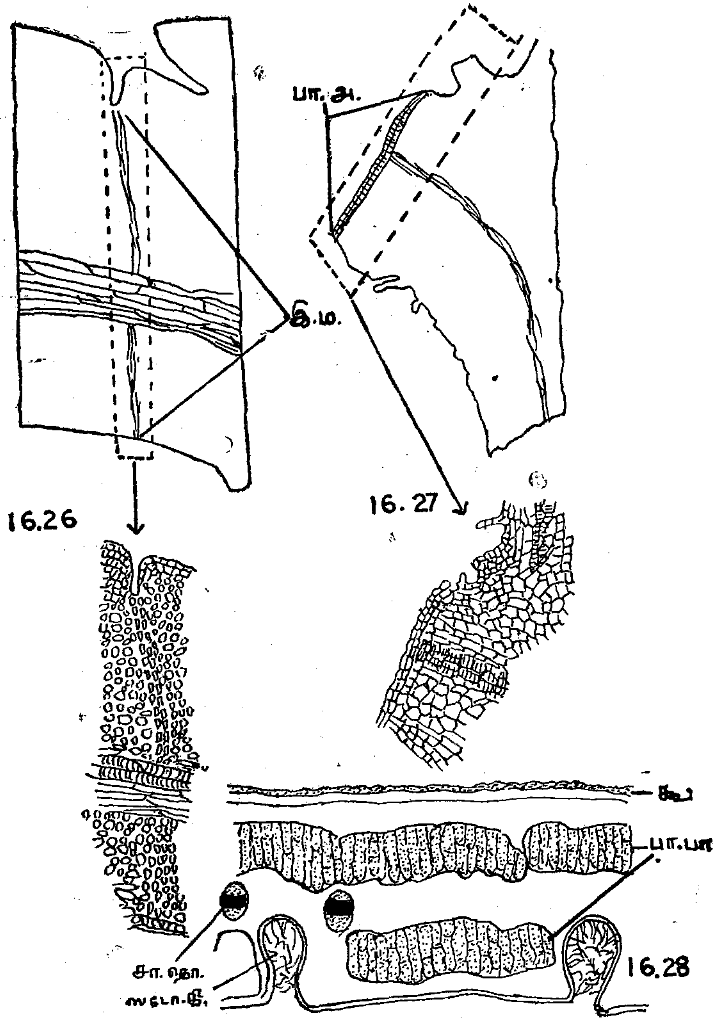
கிரமமாக மேற்புறத்தோல் பாகத்திலிருந்து கீழ்ப்புறத்தோலை நோக்கி ஒன்றன் பின் ஒன்றாக வரிசைக் கிரமமாக அமைந்திருக்கின்றன என்பதும் தெளிவாக விளங்குகின்றது. வரம்புத் தோற்றுவிகளிலிருந்து மேல் பக்கமாக அடாக்ஸியல் புரோட்டோடெர்ம் தோன்றி அதிலிருந்து அடாக்ஸியல் புறத்தோலும், அதேபோல் கீழ் பக்கமாக அபாக்ஸியல் புரோட்டோடெர்ம் தோன்றி அதிலிருந்து அபாக்ஸியல் புறத்தோலும் உண்டாகின்றன. வரம்பு கீழ் தோற்றுவிகளிலிருந்து இலையைப் பொருத்து மூன்று நிலையிலுள்ள திசு அடுக்குக்கள் உண்டாகின்றன. மேல் புறத்தை அடுத்து உட்புறமாக இருக்கின்ற அடுக்கை அடாக்ஸியல் அடுக்கு

என்றும், அதிலிருந்து கடைசியாக பாலிஸேட் பாரங்கைமா திசு உண்டாவதையும் பார்க்கலாம். இதுபோல், கீழ்ப்புறத்தை அடுத்து உட்புறமாக இருக்கின்ற அடுக்கு அபாக்ஸியல் அடுக்கு ஆகும். அதிலிருந்து கடைசியாக ஸ்பாஞ்ஜி பாரங்கைமாவின் ஒரு பகுதி அதாவது ஸ்பாஞ்ஜி பாரங்கைமாவின் கீழ் பகுதி மட்டும் உண்டாகின்றது. நடு அடுக்குகளிலிருந்து ஒரு பக்கம் புரோக்கேம்பியம் என்ற ஆக்குத்திசுவும், இதிலிருந்து வாஸ்குலார்த் திசுக்களும் உண்டாகின்றன. அதற்கு மறு பக்கத்திலிருந்து ஸ்பாஞ்ஜி பாரங்கைமாவின் மேல் பகுதி உண்டாகின்றது. இவ்வாறாக, வளர்ந்து வருகின்ற ஒரு இலையில் எந்த ஒரு உறுப்பின் வளர்ச்சி முறையிலும் காணாத அளவிற்கு பல வகையான ஆக்குத்திசுக்கள் தோன்றி இலையின் திசு வகைகளை உண்டாக்குகின்றன என்பது வியப்பைக் கொடுக்கின்ற நிகழ்ச்சியாக இருக்கின்றது. இவைகளைப் பெற்றிருக்கின்ற இலை ஒரு விசித்திரமான உறுப்பு என்றும் எண்ணத் தோன்றுகின்றது.

**இலைக்காம்பின் உள்ளமைப்பு (Structure of the petiole) :** முற்பகுதியில் கூறியபடி, இலைக்காம்புகளில் காணப்படுகின்ற திசு வகைகளுக்கும், இளந்தண்டுகளில் காணப்படுகின்ற திசு வகைகளுக்கும் பெரும்பாலும் ஒற்றுமை இருப்பதாக தெரிகின்றது. இலைக்காம்பின் புறத்தோலும், தண்டின் புறத்தோலும் தொடர்ச்சியாக அமைந்திருக்கின்றன. பசுங்கனிகங்களைப் பெற்றிருத்தல், செல்களினமைவு இவைகளைப் பொருத்த மட்டில், இலைக்காம்பின் பாரங்கைமா திசுவிற்கும் தண்டின் புறணியிலிருக்கின்ற பாரங்கைமா திசுவிற்கும் ஒற்றுமை இருக்கின்றது. தண்டுகளுக்கு வலிவைக் கொடுக்கின்ற திசுக்களான கோலங்கைமாவும், ஸ்கிலரங்கைமாவும் இலைக்காம்புகளிலுமிருக்கின்றன. மேலும், இளந்தண்டுகளிலிருப்பதைப் போல் வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் ஒருங்கமைந்த (collateral) வகையாகவும், இரு பக்க ஒருங்கமைந்த (bicollateral) வகையாகவும், சூழ்வட்ட (concentric) வகையாகவும் இருக்கலாம். இவ்வாறு இளந்தண்டுகளுக்கும், இலைக்காம்புகளுக்கும் பல வகைகளில் ஒற்றுமை காணப்பட்டபோதிலும், வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் அமைவு முறைகளைப் பொருத்து இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் பற்பல வகைகளிலிருப்பதைக் காணலாம். வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் அமைவு முறைகளில் காணப்படுகின்ற வேறுபாடுகள் இனத்திற்கு தக்கவாறு வெவ்வேறு வகையாக இருப்பதோடல்லாமல், அவையவைகளுக்கே உரித்தான சிறப்பு இயல்பாகவும் இருக்கின்றன. மேலும், இவைகளினடிப்படையில் இனங்களைக் கண்டறிவதற்கும் அவைகளினிடையே உறவுகளைக் காண்பதற்கும் பயன்படுகின்றன. உதாரணமாக, சில இனங்களில் வாஸ்குலார்த் திசுக்கள்

தொடர்ச்சியான வளையம் போன்று அமைந்திருக்கும் (படம் 16.14). சித்ருஸ் (Citrus) ரிஸினுஸ் (Ricinus), அல்லது அரை வட்ட வடிவமாகவோ அல்லது பிறைவடிவமாகவோ அமைந் திருக்கலாம். [உதாரணங்கள்: நீரியும் (Nerium) ஈயோனிமூஸ் (Euonymus) (படங்கள் 16.10;16.8)] வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் பல தொகுப்புகளாக உண்டாகியிருக்கின்ற சில உதாரணங்களி லெல்லாம் அவைகள் ஒரே மட்டத்தில் ஈயோனிமூஸ் (Euonymus) அல்லது பிறை வடிவ அமைப்புடனும் [மஹோனியா (Mahonia) (படம் 16.18)] அல்லது வளையம் போன்ற அமைவுடனும் [குக்கூர் பித்தா (Cucurbita) (படம் 16.16)] அல்லது நிறைவற்ற வளைய அமைவுடனும், மேல் பக்கத்தில் இடை வெளியுடனும் [பிளாத்தானூஸ் (Platanus) (படம் 16.12)] அமைந்திருக்கலாம். இன்னும் சில இனங்களில் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வட்டங்களில் அமைந்திருக்கலாம். வேறு சில இனங் களில் பித்தின் (pith) மத்தியில் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் ஒழுங்குற்ற அல்லது ஒழுங்கற்ற முறைகளில் அமைந்திருப்பது முண்டு (படம் 16.12).

இலை உதிர்தல் (Leaf fall): இலை உதிர்தல் பருவகாலங்களைப் பொருத்தும், இலைகளின் வளர்ச்சி நிலைகளை பொருத்தும் நடை முறையில் வெளிப்படையாகக் காணப்படுகின்ற ஒரு நிகழ்ச்சி யாகும். வெவ்வேறு இனங்களில், இலைகள் முதிர்ச்சியடைந்து, குறிப்பிட்ட காலத்திற்குப் பிறகு வெவ்வேறு காலங்களில் உதிர் கின்றன. இலைகள் உதிர்தல் படிப்படியாக அப்பொழுதுக்கப் பொழுது ஏற்படுவதும், ஒரேயடியாக ஒரு சில நாட்களுக்குள் ஒரு செடியின் எல்லா இலைகள் உதிர்ந்து விடுவதுமுண்டு. இந்த நிலையை சமசீதோஷ்ணப் பிரதேசங்களில் (temperate region) வாழ்கின்ற தாவர இனங்களில் குளிர்காலத்திலும், வெட்ப நிலை மிகுந்த பிரதேசங்களில் வாழ்கின்றவைகளில் கோடைகாலத்தின் தொடக்கத்திலும் சிறப்பாகக் காணமுடிகின்றது. எப்படியிருந்த போதிலும், பொதுவாக உறுப்புக்கள் உதிர்வது என்பது ஒரு இயற்கையான நிகழ்ச்சியாக அமைகின்றது. இதற்குரிய கார ணத்தை உள்ளமைப்பியல் வாயிலாக ஆராய்ந்து பார்த்தால், இது இலைகளின் அடிப்பாகங்களில் அமைந்திருக்கின்ற ஒரு குறுகிய பகுதி யினால் தான் ஏற்படுத்தப்படுகின்றது என்று தெரிய வருகின்றது. இந்த பகுதிக்கு உதிரவிக்கும் மண்டலம் (abscission zone) என்று பெயர் (படம் 16.26). இந்தப் பகுதி புறத்தோற்றத்திற்கு சிறிதளவு தாழ்வுற்ற வரம்பாக இருப்பதின் மூலமும் (depressed zone) அல்லது இலையின் மற்றப் பகுதிக்கும், இந்த பகுதிக்குமுள்ள நிற வேறுப்பாட்டினடிப்படையிலும் தெரிந்து கொள்ள முடியும்.




படம் 16.26—16.28

,, **16.26** புருனூஸ் (**Prunus sp.**) இலை அடிப்பாகத்தின் நீள் வெட்டு. விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

,, **16.27** கோலிஉஸ் (**Coleus sp.**) இலை அடிப்பாகத்தின் நீள் வெட்டு. விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

,, **16.28** நீரியும் ஓலியாண்டர் (**Nerium oleander**) இலையின் குறுக்கு வெட்டு. **(X 71)** விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

பா.அ. பாதுகாப்பு அடுக்கு; இ.ம. இலை உதிர வைக்கும் மண்டலம்; கூ. கூட்டிக்கில்; பா.பா. பாலிஸேட் பாரங்கைமா; சா.தொ. வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு; ஸ்டோ. கி. ஸ்டோமட்டல் கிரிப்ட்.

ஆனுல், உள்ளமைப்பியல் வாயிலாக, மற்றப் பகுதிகளின் உள்ள மைப்பிலிருந்து இதனுடைய உள்ளமைப்பு மாறுபடுகின்ற அடிப் படையிலும் பிரித்தறிய முடியும்.

**உள்ளமைப்பு :** இந்தப் பகுதியில் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் பெரும்பாலும் குறுகலாகவும், கோலங்கைமாவும், ஸ்கிலரங்கைமா வும் மிகக் குறைந்த அளவிலோ அல்லது தோன்ருமலோ இருக்க கூடும். இலை உதிர்வதற்கு சில நாட்களுக்கு அல்லது வாரங்களுக்கு முன்பாக இந்தப் பகுதியில் பிரிக்கும் அடுக்கு (separation layer) ஒன்று தோன்றுகின்றது. இந்த அடுக்கிலுள்ள செல்கள் ஏனைய செல்களிலிருந்து மாறுபட்ட வடிவத்தையும், சிறிய அளவையும் (படம் 16.26), தரசப் பொருள்களையும், அடர்த்தியான சைட்டோ பிளாஸத்தையும் பெற்றிருக்கின்றன. இலை உதிர்தல் ஏற்படுவதற்கு சிறிது நேரத்திற்கு முன்பாக, செல்களின், செல்லிடைப்பட்ட பொருள் அல்லது நடு அடுக்குடன் (intercellular substance or middle layer) செல்லுறைகளும் சேர்ந்து ஜெலாடினஸ் (gelatinous) என்று சொல்லப்படுகின்ற ஒரு வகையான மாறுபட்ட நிலையை அடைவதின் மூலம், இந்த அடுக்கு சிதைவு அடைகின்றது. சில வேளைகளில், செல்கள் முழுவதும் ஒன்று சேர்ந்து சிதைவு அடைவதுமுண்டு. இந்த மாற்றத்தின் விளைவாக ஒரு பக்கத்தில் இலையின் ஏனைய திசுக்களுக்கும், மற்ருெரு பக்கத்தில் தண்டி னுடைய திசுக்களுக்குமுள்ள தொடர்பு அறுபட்டு அதன் விளைவாக இலைகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. இந்த நிலையில் இலைகள் உதிர வேண்டிய அவசியமேற்படுகின்றது. ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங் களில் இலைகள் உதிர்தல் வெளிச் சக்தியினுலுமேற்படுகின்றது. சில உதாரணங்களில், பிரிக்கும் அடுக்கு ஸுபரின் (suberin) கலப்புற்ற செல்லுறைகளினுலான செல்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த முறையிலும், இலையின் திசுக்களுக்கும், தண்டின் திசுக்களுக்கும் உள்ள தொடர்பு அறுபட்டு கடைசியில் இலைகள் உதிர்ந்து விடு கின்றன. இலைகள் உதிர்ந்த பிறகு வெளிப்படுத்தப்படுகின்ற பாகங்கள் பாதுகாக்கும் அடுக்கு (protective layer) என்று சொல் லப்படுகின்ற திசு அமைப்பினுல் மூடப்படுகின்றன (படம் 16.27). இந்த அடுக்கு இருமுறைகளிலுண்டாகி இரு வகைகளாக காணப் படுகின்றன. ஒரு வகையில், வெளிப்படுத்தப்பட்ட பாகங்களிலிருக் கின்ற செல்களின் செல்லுறைகளில் லிக்னினும், ஸுபரினும் படிந்து கலந்து விடுவதினுலும், மேற்கொண்டு ஒரு ஒழுங்குற்ற முறையில் செல் பிரிதல்கள் வெளிப்படுத்தப்பட்ட பாகங் களிலுள்ள பாரங்கைமா திசுக்களில் ஏற்படுவதின் மூலம் உண்டாவதாகும். மற்ருெரு வகை, பெரிடெர்ம் (periderm) தோன்றுவதின் மூலம் ஏற்படுகின்ற வகையாகும்.

# 17. வேர் (Root)

டிரக்கியோஃபைட்டா (Tracheophyta) : இந்த பிரிவைச் சார்ந்த தாவர இனங்களுடைய தொடர்ச்சியான ஆக்ஸிஸ் (axis) கீழ்ப்புற பகுதிக்கும், அதே சமயத்தில் நிலத்திற்குள் வளர்ந்து அமைந்திருக்கின்ற பகுதிக்கும் வேர்கள் (roots) என்ற பெயர் சாதாரணமாக வழங்கப்பட்டு வருகின்றது. இருந்தபோதிலும், சிலவகைத் தாவர இனங்களில் தண்டுகள் எவ்வாறு பொது முறைக்கு மாறுக நிலத்திற்கடியில் வளர்ந்து வருகின்றதோ அதுபோல வேர்களும் காற்றுவெளியுடன் சம்பந்தப்பட்ட உறுப்புக்களாகக் (aerial organs) வளர்ந்து வருவதை சில உதாரணங்களில் பார்க்கிறோம். வேர்கள் முக்கியமான இருவகையான செயல்களில் ஈடுபடுகின்றன. ஒன்று உறிஞ்சுதல் (absorption) என்றும், மற்றொன்று நிலை நிறுத்துதல் (anchorage) என்றும் அறியப்படுகின்றன.

புற அமைப்பியலின் அடிப்படையில், வேர்களுக்கும், தண்டுகளுக்குமிடையே உள்ள தொடர்பு வெவ்வேறு வகையில் விளக்கப்பட்டிருக்கின்றது. ஒருவகை கோட்பாட்டின்படி ஆராய்ந்து பார்த்தால் (அதாவது, வேருக்கும் தண்டுக்கும் உள்ள அமைப்பின் ஒற்றுமைகளின் அடிப்படையிலும், இவை இரண்டும் தொடர்ச்சியாக அமைந்திருக்கின்ற முறையின் அடிப்படையிலும்) வேரையும், தண்டையும் வெவ்வேறு உறுப்புக்களாக (organs) மதிக்கப்படுவதற்குப் பதிலாக, அவைகள் ஒரு ஆக்ஸிஸின் இரு வகையான பாகங்களைக் (parts) குறிப்பதாகக் கருதப்படுகின்றன. இதற்கு மாறுபட்ட கோட்பாட்டின்படி, மேற் கூறப்பட்ட அடிப்படைகளில் கருதப்பட்ட தொடர்பையும், ஒற்றுமையையும் ஏற்றுக் கொள்வதற்குப் பதிலாக, தண்டும், வேரும் ஒன்றுக்கொன்று சம்பந்தப்படாத வேறுபட்ட உறுப்புக்கள் என்று கருவதற்கிணங்க, அவைகளுக்கிடையே இருக்கின்ற வேற்றுமைகள் எடுத்துக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. உதாரணமாக, ஒரு தண்டினத்தின் உட்பகுதி மட்டும் தான் வேராக ஆகியிருக்கின்றது என்று ஒரு சாராரும், வேரின் ஸ்டீலார் பகுதி (stelar part), தண்டினத்தின் ஸ்டீலார் பகுதிக்கு இணையானது

(ஸ்டீலார் பகுதிக்குப்புறத்தே அமைந்திருக்கின்ற திசுப் பகுதிகளைத் தவிர்த்து) என்று மற்றவர்களும் கருதுகின்றார்கள். மேலும், தண்டு, வேரின் புறத் தோல்களின் வளர்ச்சி முறை, அமைப்பு முதலிய வற்றைப் பொருத்துக் காணப்படுகின்ற வேற்றுமைகளும் இந்த கோட்பாட்டிற்கு ஆதாரமாக எடுத்துக் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன ஆகவே, வேர்களுக்கும், தண்டுகளுக்கும் இடையே காணப்படுகின்ற ஒற்றுமைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு, இவைகளிரண்டும் ஒரே ஆக்ஸிஸின் இரு பாகங்கள் என்றும், அதே சமயத்தில், அவைகளுக் கிடையேயுள்ள வேற்றுமைகளை எடுத்துக்காட்டி, அவைகள் முறையே வெவ்வேறு உறுப்புக்கள் என்றும், இரு வகையான கருத்து வேறுபாடுகளிருந்து வருகின்றன.

எப்படியிருந்தபோதிலும், ஒரு வேரின் உள்ளமைப்பைக் குறித்து ஆராயும்பொழுது, அதில், ஏனைய உறுப்புக்களில் கூறப் பட்டது போல், மூன்று வகையானதும் அடிப்படையானதுமான திசு அமைவு முறைகளை நடை முறையில் காண முடிகின்றது. அவை களாவன:

1. புறத்தோல் திசு அமைவு முறை (Dermal tissue system)
2. ஆதார அல்லது அடிப்படை திசு அமைவு முறை (Ground or Fundamental tissue system)
3. வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறை (Vascular tissue system)

இந்த கருத்தின்படி பார்க்கும்பொழுது, வேரின் நடு மையத்தில் பித் (pith)என்ற திசுப் பகுதியிருந்தால் அது அடிப்படை அல்லது ஆதாரத் திசு அமைப்பு முறையின் ஒரு பகுதியாகக் கருதப் படுகிறது.

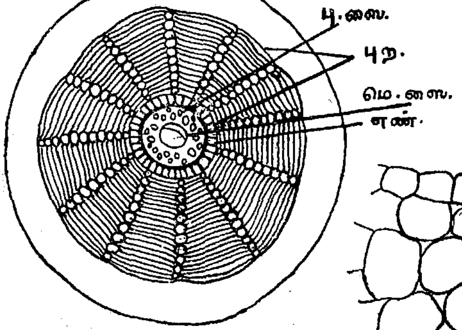
**வேரின் பிரைமரி அமைப்பு (Primary structure of root) :** உயர்ந்த இனத் தாவரங்களில் வேர் சம்பந்தப்பட்ட ஆக்குத்திசுக் களிலிருந்து எவ்வாறு வேர்களில் பல வகையான திசுக்களுண் டாகின்றன என்பதைக் குறித்து முன் அத்தியாயத்தில் தெரிந்து கொண்டோம். இப்பொழுது, வேர்களின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் அமைந்திருக்கின்ற முதிர்ச்சியுற்ற பலவகைத் திசுக்களைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வோம். வேரின் நுனித் தோற்றுவிகளையடுத்து ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்தில் பெரும்பாலும் நான்கு வகையான பகுதிகளைப் பார்க்கலாம். அவையாவன :

1. வேர் நுனி மூடி (root - cap): இது நுனி தோன்றுவி களுக்குக் கீழ்ப்புறமாக அமைந்திருக்கின்றது.
2. புறத்தோல் (Epidermis)
3. புறணி (Cortex)
4. வாஸ்குலார் உருளைப் பகுதி (Vascular cylinder)

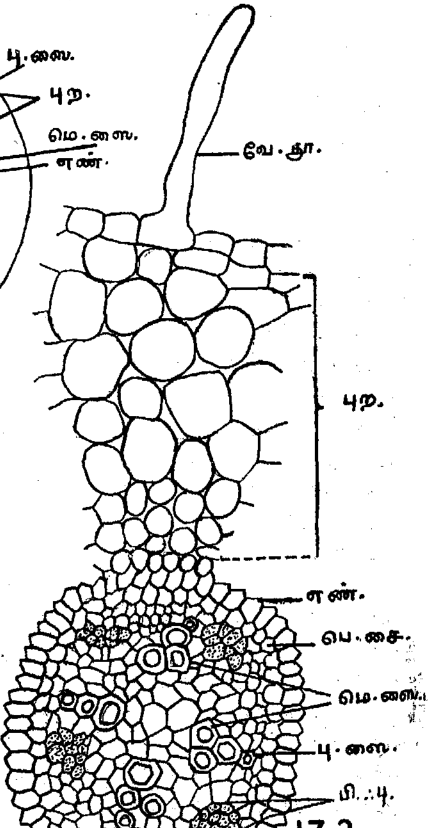
(1) **வேர் நுனி மூடி** (Root cap) : இது வேர்களுக்கு நுனிப் பாகத்தில் காணப்படுகின்றது (படம் 17.3). இதற்குட் புறமாக அமைந்திருக்கின்ற புரோமெரிஸ்டம் (promeristem) என்ற ஆக்குத் திசுவிற்குப் பாதுகாப்பாகவும், மேன்மேலும் வளர்ந்து வருகின்ற வேர்களை நிலத்திற்குள் ஊடுருவி செல்லச் செய்வதற்குச் சாதக மாகவும், வேர் நுனி மூடி இருக்கின்றது. வேர்கள் நிலத்திற்குள் ஊடுருவிச் செல்வதற்கு அனுகூலமாக, வேர் நுனி மூடியின் ஸெல் களின் ஸெல்லுறைகள் வழவழப்பான தன்மையைப் (mucilaginous) பெற்றிருக்கின்றன. இதனால், ஊடுருவிச் செல்கின்ற வேர்களுக்கும், மண்ணிற்குமிடையே ஏற்படுகின்ற உராய்வைத் (friction) தவிர்க்க முடிகின்றதென்று கருதப்படுகின்றது. இது உயிருற்ற பாரங்கைமா ஸெல்களினலாக்கப்பட்டது. வேர் நுனி மூடி ஸெல்கள் தரசப் பொருள்களைப் பெற்றிருக்கக் கூடும். இதனுடைய ஸெல்களுக் கென்று ஒரு குறிப்பிட்ட அமைவு முறை கிடையாது. இருந்த போதிலும், இவைகள் பெரும்பாலும் தோற்றுவிகளிலிருந்து வெளிப் புறமாக கதிர்களைப் போன்று விரிந்து அமைந்திருக்கின்றன. (படம் 17.3). பெரும்பாலான தாவர இனங்களில், வேர் நுனி மூடியில் நடுமையத்திலிருக்கின்ற ஸெல் தொகுப்புகள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு தனிப்பட்ட, தெளிவாகக் காணக்கூடிய அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றன. இதற்கு, காலுமெல்லா (columella) என்று பெயர். வேர் நுனி மூடியின் வெளிப்புறத்தில் அமைந்திருக்கின்ற ஸெல்கள் சிதைவடைந்து வருவதற்கேற்ப, தோற்றுவிகளிலிருந்து புதிது புதிதாக தோன்றல்கள் தொடர்ச்சியாக ஏற்பட்டு, ஸெல் களிழத்தல் சீர்படுத்தப்படுகின்றது. வேர் நுனி மூடிகள், ஒட்டுண்ணி களின் (parasites), ஸாப்ரோஃபைட்களின் (saprophytes) வேர் நுனி பாகங்களில் சாதாரணமாக காணப்படுவதில்லை. நீர்வாழ்த் தாவர இனங்களில் (hydrophytes) வேர் நுனி மூடிகள் உண்டான போதிலும், அவைகள் நிலைத்து நிற்பதில்லை.

(2) **புறத்தோல்** (Epidermis) : வேர்களின் புறத்தோல் மற்ற உறுப்புக்களின் புறத்தோலிலிருந்து தோற்றம், அமைப்பு, செயல், முதலியவைகளைப் பொருத்து வேறுபடுகின்ற காரணத்தினால் இதை ரைஸோடெர்மிஸ் (rhizodermis) அல்லது எப்பிபிளம் (epiblem) என்று கூறுவது சாலப் பொருந்தும் என்று வலி வுறுத்தப்பட்டிருக்கின்றது.

பெரும்பாலும், புறத்தோல் ஸெல்களின் ஸெல்லுறைகள் மெல்லியதாகவும், அவைகளுக்கு மேற்பரப்பில் கூட்டிக்கில் உண்டா காமலும் அமைந்திருக்கின்றன. புறத்தோல் ஸெல்கள் பெரும் பாலும் ஒரு சீர்வரிசையில் (uniseriate) அமைந்திருக்கின்றன




17.1




17.2

படங்கள் 17.1—17.2 விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படம் 17.1 கிளிங்கா மெலனோஸ்பர்மூஸ் (Kyllinga melanospermus) வேரின் குறுக்கு வெட்டு (X 36).

படம் 17.2 ரிஸினுஸ் கொம்மூனிஸ் (Ricinus communis) இளம் வேரின் குறுக்குவெட்டு (X 200).

பு.ஸை. புரோட்டோஸைலம்; புற. புறணி; மெ.ஸை. மெட்டாஸைலம் எண். எண்டோடெர்மிஸ்; பெ.ஸை. பெரிஸைக்கிள்; வே.தூ. வேர்த்தூவி; பி.ஃபு. பிரைமரி ஃபுளோயம்.

*(படம் 17.4). ஆனால், ஓர்க்கிடேஸி* (**Orchidaceae**)*, ஆரேஸி* (**Araceae**) *குடும்பங்களின் சில ஒட்டுவாழ் இனங்களில்* (**epiphytes**) *காற்று வெளியுடன் சம்பந்தப்பட்ட வேர்களில்* (**aerial roots**) *புறத்தோல் பல சீர் அடுக்குகளில் காணப்படுகின்றன என்பதாக*

முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம். இந்த பல சீர் அடுக்குகளில் அமைந்திருக்கின்ற புறத்தோல் திசுவிற்கு வெலாமென் (velamen) என்று பெயர் (படம் 17.5). வெலாமென் திசுவின் ஸெல்கள் உயிரற்றவைகள். மேலும், இவை நெருக்கமாகவும், தொடர்ச்சியாகவும் அமைந்திருக்கின்றன. இவைகளினுடைய ஸெல்லுறைகள் பட்டை போன்ற (band-like) அல்லது சுருள் (spiral) போன்ற தடிப்புற்ற அமைப்புகளைப் பெற்றிருப்பதோடல்லாமல், பிரைமரிக் குழிப் பகுதிகளையும் (primary pit fields) பெற்றிருக்கின்றன. இந்த வெலாமென் திசுவிற்கு சிறப்பான இயல்பு ஒன்றிருக்கின்றது. அதாவது, சூழ்நிலை வறட்சியாக இருக்கும்பொழுது, இதனுடைய ஸெல்கள் காற்றினால் நிரப்பப்படுகின்றன. ஆனால், மழையோ அல்லது சூழ்நிலையில் நீர்த்தன்மையோ அதிகரிக்கும்பொழுது, இதனுடைய ஸெல்கள் நீரினால் நிரப்பப்படுகின்றன. மேலும், இந்த வெலாமென் திசுப்பகுதிக்குள், அங்கங்கே தனிப்பட்ட, உன்னத நிலையை அடைந்த அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. இவைகளுக்கு நியுமட்டோட்ஸ்கள் (pneumatodes) என்று பெயர் (படம் 17.5). இவைகள், காற்று பரிமாறிக் கொள்கின்ற செயலில், குறிப்பாக, வெலாமென் ஸெல்கள் நீரினால் நிரப்பப்பட்டு இருக்கும் பொழுது ஈடுபடுகின்றன. ஒவ்வொரு நியுமட்டோட் ஸெல்லின் உறைகள் அடர்த்தியான முறையில் சுருள் போன்ற தடிப்புற்ற அமைப்புக்களையும், எண்ணெய்ப் பொருளையும் பெற்று அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். மேலும், இப்படிப்பட்ட ஸெல்களின் தொகுப்புகள்தான் நியுமட்டோட்ஸ்கள் என்று சொல்லப்படுகின்ற அமைப்புகளாக அமைந்திருக்கின்றன. புறத்தோலின் ஸெல்களின் முக்கியமான சிறப்பியல்பு என்னவென்றால், நீரையும், கரைசலையும் உறிஞ்சக்கூடிய அமைப்புகளாகிய வேர்த்தூவிகளை (root-hairs) உண்டாக்குதலாகும். நீர் வாழ் தாவரங்களில், இந்த வேர்த்தூவிகள் சாதாரணமாக உண்டாவதில்லை. முன் அத்தியாயத்தில் (புறத்தோல் அத்தியாயத்தைப் பார்க்கவும்) கூறியபடி, சில தாவர இனங்களின் புறத்தோல் ஸெல்கள் முழுவதும் வேர்த்தூவிகளைத் தோற்றுவிப்பதில் பங்கு கொள்கின்றன. அதே சமயத்தில், வேறு சில குறிப்பிட்ட இனங்களில், (கிராமினி - Gramineae) புறத்தோலின் சில குறிப்பிட்ட ஸெல்களான டிரைக்கோபிளாஸ்ட்கள் (trichoblasts) தான் இந்த வேர்த்தூவிகளை உண்டு பண்ணக்கூடியவைகளாக இருக்கின்றன.

(3) புறணி (Cortex): பெரும்பாலான இரு விதையிலைத் தாவரங்கள், ஜிம்னோஸ்பர்ம்கள் ஆகியவற்றின் வேர்களில் புறணிப் பகுதி பாரங்கைமா திசுவினாலாக்கப் பட்டிருக்கின்றது. ஆனால், பெரும்பாலான ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் வேர்களில்

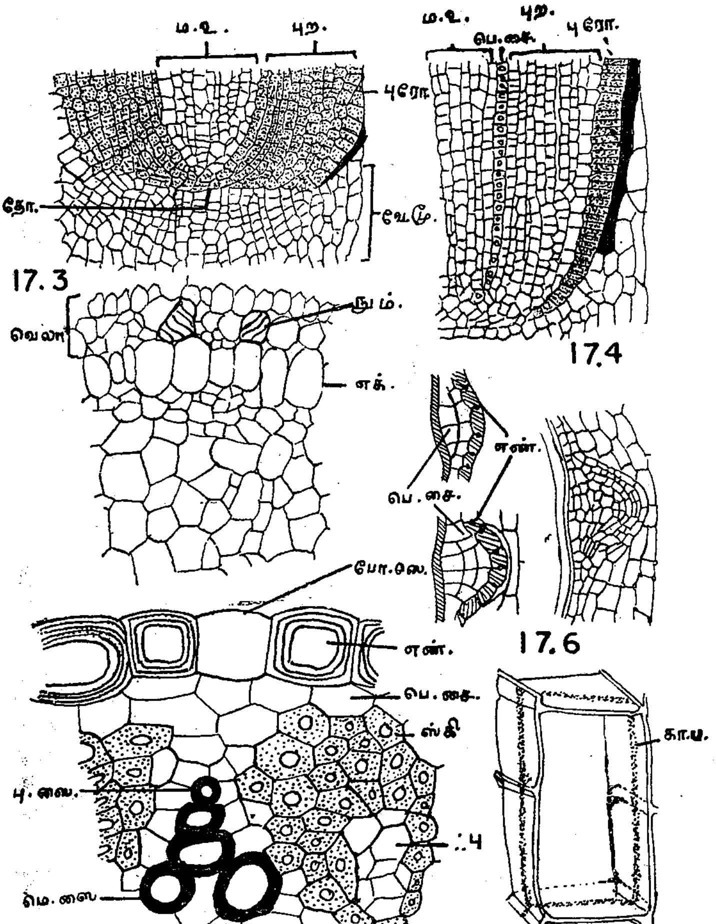
புறணி பாகம் சிதைவடையாமல், நீண்ட காலத்திற்கு நிலைத்திருக்கின்றபொழுது, அதில் ஸ்கிலரங்கைமா தோன்றி, பாரங்கைமாவுடன் சேர்ந்திருக்கின்றது. தண்டு புறணி பாகம், வேரின் புறணி பாகத்தைவிட பொதுவாக, குறுகலாக இருப்பதிலிருந்து, வேர்ப் புறணித் திசு காக்கும் தொழிலில் பெரும் பங்கு கொள்கின்றது என்று தெரிகின்றது. புறணிக்கு உட்புற எல்லையாக எண்டோடெர்மிஸ் (endodermis) என்ற தனிப்பட்ட, உன்னத நிலையடைந்த ஸெல்களினாலான ஒரு சீர்வரிசை அடுக்குக் காணப்படுகின்றது (படங்கள் 17.1;17.2&17.5). ஸ்மிலாக்ஸ் (Smilax), ஃபீனிக்ஸ் (Phoenix), ஸிட்ரூஸ் (Citrus) போன்ற இனங்களின் புறத்தோலையடுத்தும், வாண்டா (Vanda) வின் வெலாமென் திசு அடுக்கை அடுத்தும், உட்புறமாக தனிப்பட்ட அடுக்கு ஒன்று காணப்படும். இந்த அடுக்கிற்கு எக்ஸோடெர்மிஸ் (exodermis) என்று பெயர் (படம் 17.5). பெரும்பாலும், புறணி பாகத்தில் ஸெல்கள், ஆரப் போக்கில் வரிசைக் கிரமமாக அமைந்திருக்கின்றன (படம் 17.1). பெரிக்கிளைனல் ஸெல் பிரிதலினால் புறணி ஸெல் அடுக்குகள் உண்டான பிறகு, கடைசியிலுண்டான ஸெல் அடுக்கு எண்டோடெர்மிஸ் அடுக்காக வளர்ச்சி மாற்றங்களை அடைந்து உண்டாகின்றது (அத்தியாயம்-தண்டு-பார்க்கவும்). சில வேர்களில் புறணி பாகத்தில் காற்று வெளிகள் (air-spaces) உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். அந்த காற்று வெளிகள் ஒரு ஒழுங்குற்ற நிலையிலோ (படம் 17.1) அல்லது ஒழுங்கற்ற முறையிலோ அமைந்திருக்கலாம். மேலும், இவைகளில் சில ஸ்கைஸோஜினஸ் முறையிலும் (schizogenous) அல்லது லிஸிஜீனஸ் (lysigenous) முறையிலும், அல்லது, ஒரே வேரில் இந்த இரு வகை முறைகளிலும், வெவ்வேறு வளர்ச்சி நிலைகளில் உண்டாகியிருப்பதையும் பார்க்கலாம் [உதாரணம்: கிராமினி (Gramineae); ஸிப்பரேஸி (Cyperaceae)]. காற்று வெளிகள் புறணி பாகத்தில் உண்டாகி ஒரு ஒழுங்குற்ற நிலையில் அமைந்திருக்கின்றபொழுது, இவைகளைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, ஒன்று மற்றொன்றிலிருந்து ஒரு சீர்வரிசை பாரங்கைமா ஸெல்லடுக்கினால் ஆரப்போக்கில் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன (படம் 17.1). (ஸிப்பரேஸி Cyperaceae); சில நீர்வாழ்த் தாவரங்களிலும், ஒட்டு வாழ் இனங்களின் காற்று வெளிப்பட்ட வேர்களிலும், புறணி ஸெல்கள் பசுங்கனிகங்களைப் (chloroplasts) பெற்றிருக்கின்றன. ஸ்கிலரங்கைமா புறணி பாகத்தில் உண்டாகியிருக்குமானால், இந்த திசு தொடர்ச்சியாக வட்டமான அமைப்புடன், புறத்தோலுக்கு உட்புறமாக, எண்டோடெர்மிஸை அடுத்து காணப்படும். கோலங்கைமா திசு வேர்களில் தோன்றியிருப்பது அரிதான நிகழ்ச்சியாகக் கருதப்படுகிறது.

எக்ஸோடெர்மிஸ் (exodermis) ஏற்பட்டிருக்கிற இனங்களில் இது புறத்தோலை அடுத்து உட்புறமாகவும், புறணி பாகத்தை அடுத்து வெளிப்புறமாகவும், அதாவது, புறத்தோலுக்கும், புறணி பாகத்தின் வெளி அடுக்கு செல்களுக்கிடைப்பட்ட பாகத்தில் தோன்றுகின்றது (படம் 17.5). இதனுடைய செல்களின் அமைப்பும், செல்லியல் திசுவமைப்பியல் (cyto-histological) அடிப்படையிலும், எக்ஸோடெர்மிஸ், எண்டோடெர்மிஸை ஒத்திருப்பதாக அறிவிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. எண்டோடெர்மிஸ் செல்களின் செல்லியல்-வேதியியல் தன்மைகளைக் குறித்து ஏற்கனவே தெரிந்து கொண்டோம். எக்ஸோடெர்மிஸ் அடுக்கு, ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அடுக்குகளாகவும் உண்டாவதுண்டு.

**எண்டோடெர்மிஸ்** (**Endodermis**): இது புறணியின் உட்புற எல்லையாகவும், ஒரு சீர்வரிசை செல்களினாலான அடுக்காகவும், பெரும்பாலும் எல்லா வாஸ்குலார்த் தாவர இனங்களிலும் (vascularplants) தோன்றியிருக்கின்றது (படங்கள் 17.1 17.2; & 17.5). பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசு முதிர்ச்சியடைவதற்கு தொடங்குகின்ற பாகங்களில், எண்டோடெர்மிஸ் செல்களின் ஆரப் போக்கு குறுக்கு செல்லுறைகளில் காஸ்பாரியன் துண்டு அல்லது பட்டை (Casparian strip or band) தோன்றுகின்றது (படம் 17.7). எண்டோடெர்மிஸின் செல்களில் காஸ்பாரியன் துண்டுஅல்லது பட்டை செல்லுறைகளில் காணப்படுவதை அடிப்படையாகக் கொண்டு எளிதில் அறிந்து கொள்வதற்கு உதவக் கூடியசிறப்பியல்பாக அமைந்திருப்பது குறிப்பிடத் தக்கதாகும். காஸ்பாரியன் பட்டையின் இரசாயனத் தன்மையைக் குறித்து முரண்பட்ட கருத்துக்கள் இருந்து வருகின்றன. இது லிக்னின் அல்லது ஸுபரின், அல்லது இரண்டும் கலந்து உண்டாவதாகக் கூறப்படுகிறது. செகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுகின்ற வேர்களில் பெரிடெர்ம் (periderm) மேற்பரப்பில் உண்டாகி, புறணி பாகம் நிலைத்திருந்தால், எண்டோடெர்மிஸ், நசுக்கப்பட்டு, அல்லது, இழுக்கப்பட்டு பரப்பப்படுகின்றது (stretched) அல்லது, பெருகிக் கொண்டு வரும் வாஸ்குலார்த் திசுக்களுடன் இதுவும் ஆன்டிக் கிலைனல் செல் பிரிதல் மூலம் மேன்மேலும் விரிவடைந்து கொண்டு வருகின்றது. செகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படாத வேர்களில் (ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்கள்), எண்டோடெர்மிஸ் மேற்கொண்டு சில வகையான செல்லுறை மாறுதல்களை அடைகின்றது. உதாரணமாக, ஸுபரின் அல்லது, சமீப காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப் பட்ட பொருளாகிய எண்டோடெர்மின் (endodermin) அடுக்கு செல்லுறையின் உட்புறம் முழுவதும் பரவுகின்றது. இதையடுத்து, தடிப்பான செல்லுலோஸ் அடுக்கு, ஸுபரின் அல்லது எண்டோ

டெர்மின் அடுக்கின், குறிப்பாக, உட்புற பரிதிக்கு இணைப்போக்கு செல்லுறைப் பகுதியில் (inner tangential wall) படிகின்றது. இவ்வாறு தடிப்புற்ற செல்லுறையிலும், முதன் முதலுண்டான காஸ்பாரியன் துண்டு அல்லது பட்டையைப் பெற்றுள்ள செல்லுறையிலும், லிக்னின் என்ற பொருள் கலக்கின்றது. இந்த வகை மாற்றங்களுக்குப் பிறகு, காஸ்பாரியன் பட்டை பார்ப்பதற்கு தெரியவும் கூடும் அல்லது, மறைந்து விடுவதுமுண்டு. தடிப்புற்ற தன்மையுடைய எண்டோடெர்மிஸ் செல்லுறைகள், செகண்டரி செல்லுறை என்று கூறப்படுகின்றது. இதையடுத்து தொடர்ந்து மேற்கொண்டு இரண்டு வகையான மாற்றங்களைக் காணலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட பாகத்திலுள்ள எண்டோடெர்மிஸ் செல்கள் முழுவதும் மேற்கூறப்பட்ட மாற்றங்களையெல்லாம் ஒரே காலத்தில் அடைகின்றன என்று கூறிவிட முடியாது. வேறு வகையில் கூறப் போனால், ஒரு சில செல்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையிலிருக்கும் பொழுது, வேறு சில செல்கள் முன்னதற்கு மாறுபட்ட நிலைகளில் இருக்கக் கூடும். எண்டோடெர்மிஸ் செல்களின் வளர்ச்சி மாற்றங்களில் காஸ்பாரியன் பட்டை தோன்றுதல், பிறகு ஏற்படுகின்ற செல்லுறை மாற்றங்கள் போன்றவைகள், முதன் முதலாக ஃபுளோயத்தை அடுத்து, அதற்கு எதிர்ப்புறமாக ஏற்படுகின்றன. இதன் பிறகு ஸைலத்தை நோக்கி இம் மாற்றங்கள் பரவுகின்றன. இதன் காரணமாக, ஒரு சமமற்ற வளர்ச்சி முறையையும், மாற்றங்களையும் எண்டோடெர்மிஸில் காண முடிகின்றது. இந்த சமமற்ற வளர்ச்சி முறையினால், ஃபுளோயத்தை அடுத்திருக்கின்ற எண்டோடெர்மிஸ் செல்கள் அதிக அளவில் தடிப்புற்றும், ஸைலத்தை அடுத்திருக்கின்ற செல்களில் தடிப்புத் தன்மை குறைந்தும், காஸ்பாரியன் பட்டையை மட்டும் பெற்றும் காணப்படுகின்றன. ஸைலத்தை நோக்கி அமைந்திருக்கின்ற இந்த வகையான செல்களுக்கு போக்குவரத்து செல்கள் (passage cells) என்று பெயர் (படம் 17.5). இந்த போக்குவரத்து செல்களின் மூலம், வாஸ்குலார்த் திசுவிற்கும், புறணி செல்களுக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் பொருள் பரிமாற்றம் ஏற்படுவதாகக் கருதப்படுகின்றது.

(4) வாஸ்குலார் உருளை (Vascular cylinder): வாஸ்குலார் உருளை வேர்களின் நடுமையப் பாகத்தில் அமைந்திருக்கின்ற வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பு முறையைக் குறிப்பதாகும். எண்டோடெர்மிஸ், வேர்களில் எப்பொழுதும் உண்டாகியிருக்கின்ற காரணத்தால், வாஸ்குலார்த் திசு பாகம், புறணி பாகத்திலிருந்து தெளிவாக வரையறுக்கப்பட்டுக் காணப்படுகின்றது. பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் பெரிஸைக்கில் (pericycle) என்ற அடுக்கினால் சூழப் பட்டிருக்கின்றது (படங்கள் 17.2; 17.5). இந்த பெரி




படங்கள் 17.3—17.7

படம் 17.3 ஸியா மெய்ஸ் (Zea mays) வேரின் நீள்வெட்டு (X 133). வேர்ப் பகுதிகளும், திசு வகைகளும் உண்டாகின்ற முறைகளைக் குறிக்கின்றது. விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படம் 17.4 ஸியா மெய்ஸ் (Zea mays) வேரின் நீள்வெட்டு. புறத்தோலும் புறணியும் ஒரே தோற்றுவியிலிருந்து உண்டாகின்ற விதத்தைக் குறிக்கின்றது.

படம் 17.5 வாண்டா (Vanda sp.) காற்றுவெளி சம்பந்தப்பட்ட வேரின் குறுக்குவெட்டு. மேற்பகுதி (X 110) கீழ்ப்பகுதி (X 426).

17·6 விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படம் 17.7 பக்க வேர்கள் உண்டாகின்ற முறைகள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கலாம். ஒரு தனிப்பட்ட எண்டோடெர்மிஸ் ஸெல்லின் முப்பக்கத் தோற்றம்.

ம.உ. மைய வாஸ்குலார் உருளை; புற. புறணி; புரோ. புரோட்டோடெர்ம்; தோ. தோற்றுவிகள்; வே. மூ. வேர்நுனி மூடி; பெ. ஸை. பெரிஸைக்கிள்; வெலா. வெலாமன் திசு; நும். நுமட்டோட்; எக். எக்ஸோடெர்மிஸ்; போ. ஸெ. போக்குவரத்து ஸெல்; எண். எண்டோடெர்மிஸ்; ஸ்.கி. ஸ்கிலரங்கைமா; பு.ஸை. புரோட்டோஸைலம்; மெ.ஸை. மெட்டாஸைலம்; ஃபு. ஃபுளோயம்; கா.ப. காஸ்பாரியன் பட்டை.

ஸைக்கில் பாரங்கைமா ஸெல்களினால் ஆக்கப்பட்டதும், ஒன்று (பெரும்பாலான இரு விதையிலைத் தாவரங்கள்) அல்லது, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அடுக்குகளாகவும் காணப்படும் (பெரும்பாலான ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களும், ஜிம்னோஸ்பர்ம்களும்). பெரிஸைக்கில் ஸெல்களுடன் புரோட்டோஸைலமும் (protoxylem), புரோட்டோஃபுளோயமும் நேரிடையாகத் தொடர்பு கொண்டு அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். பெரிஸைக்கிலின் ஸெல்கள் உயிருற்ற பாரங்கைமா ஸெல்களினால் ஆக்கப்பட்டிருப்பதால், அவைகள், எந்த நேரத்திலும், ஆக்குத்திசு செயலில் ஈடுபடுவதற்கான இயல்பை பெற்றிருக்கின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். இந்த சிறப்பியல்பின் காரணமாக, இது ஃபெல்லோஜன் (phellogen) என்ற ஆக்குத்திசுவையும், வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தின் ஒரு பகுதியையும், பக்க வேர்கள் உண்டாவதற்கான ஆதாரங்களையும் (primordia) தோற்றுவிக்கக் கூடிய நிலையில் இருக்கின்றது.

ஸெகண்டரி வளர்ச்சியற்ற ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் வேர்களில், இந்த பெரிஸைக்கில், முழுவதும் அல்லது அதன் ஒரு சில குறிப்பிட்ட பகுதிகள் மட்டும் ஸ்கிலிரங்கைமாவாக மாறிவிடுகின்றது. சிலவகை நீர்வாழ் தாவரங்கள், ஒட்டுண்ணிகள் முதலியவைகளின் வேர்களில் பெரிஸைக்கில் உண்டாவதில்லை.

தண்டுகளுக்கும், வேர்களுக்குமிடையே காணப்படுகின்ற முக்கியமான வேறுபாடுகள், ஒன்று, பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் அமைவு முறையைப் பொருத்தும், மற்றொன்று, ஸைலம் குறுக்குப் போக்கில் முதிர்ச்சியடைகின்ற தன்மையைப் பொருத்தும் காணப்படுபவைகளாகும். வேர்களில் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களான பிரைமரி ஃபுளோயமும், பிரைமரி ஸைலமும் அடுத்தடுத்து மாறி பக்கவாட்டில் ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு ஆரப்போக்கில் அமைந்திருக்கின்றன (படங்கள் 17.2; 17.5). இந்த வகையான அமைவு முறை ஆரப்போக்கு அமைவு முறை (radial arrangement) என்று அழைக்கப்படுவதோடல்லாமல், இது வேர்களுக்குரிய சிறப்பியல்பாக எப்பொழுதும் காணப்படுகின்றது. இந்த அமைவு முறையைத் தண்டுகளிலும், தண்டினங்களின் ஆக்ஸிஸ்களிலும் (axes)

காண முடியாது. மற்றொரு வகையான வேறுபாடு, வேர்களின் சைலம் குவி மையப் போக்கில் (centripetal) முதிர்ச்சியடைவதாகும். இதன் காரணமாக, புரோட்டோசைலம் (protoxylem) என்று கூறப்படுகின்ற முதன் முதலாக உண்டான சைலம் வாஸ்குலார் உருளையின் புற எல்லையை (periphery) அடுத்தும், இதற்கு பிறகு உண்டான மெட்டாசைலம் (metaxylem) நடுமையப் பகுதிக்கு அருகாமையிலும் அமைந்திருப்பது வேர்களின் சைலத்தைப் பொருத்து காணப்படுகின்ற சிறப்பியல்பாகும். ஆனால் சைலம் விரி மையப் போக்கில் முதிர்ச்சி அடைவதின் விளைவாக, இதற்கு நேர்மாறான அமைவுமுறை தண்டினங்களின் புரோட்டோசைலமும், மெட்டாசைலமும் பெற்றிருக்கின்றன. அதாவது, புரோட்டோசைலம், நடுமையத்தை நோக்கியும், மெட்டாசைலம், புற எல்லையை நோக்கியும் முறையே அமைந்திருக்கின்ற சிறப்பியல்களை தண்டுகளில் காணலாம். குவி மையப் போக்கில் (centripetal) முதிர்ச்சி அடைவதன் மூலம் உண்டாகும் பிரைமரி சைலம் எக்ஸார்க் (exarch) என்றும், விரி மையப் போக்கில் (centrifugal) முதிர்ச்சியடைகின்ற சைலம் எண்டார்க் (endarch) என்றும் கூறப்படுகின்றது. இருவகையான பிரைமரி சைலங்களில், முன்வகை வேர்களுக்கு ஒரு தனிப்பட்ட சிறப்பியல்பாகவும், பின்வகை தண்டுகளுக்கும் தண்டினங்களின் ஆக்ஸிஸ்களுக்கும் (axes) தனிப்பட்ட சிறப்பியல்பாகவும் அமைந்துள்ளன. தண்டுகளையும் வேர்களையும் பிரித்தறிவதற்கு வேறு பல வகையான வேறுபாடுகள் கூறப்பட்ட போதிலும், அவைகளெல்லாம் ஏதாவதொரு வேரையோ, தண்டையோ பொருத்து எடுத்துக்காட்டப்படுவதோடல்லாமல் அவைகளையெல்லாம் எப்பொழுதும் எல்லா வேர்களிலும், தண்டுகளிலும் நிரந்தரமாகக் காணப்படக்கூடிய பொதுவான வேறுபாடுகளாக கருதப்படவும், ஒப்புக் கொள்ளவும் முடியாது. ஆனால், மேற்கூறப்பட்ட இருவகையான வேறுபாடுகளும் எல்லா வேர்களுக்கும், தண்டுகளுக்குமிடையே காணப்படக்கூடிய அடிப்படையான, முக்கியமான வேறுபாடுகளாகும்.

வேர்களில் காணப்படுகின்ற புரோட்டோசைலம் துருவங்கள் (protoxylem poles) எண்ணிக்கையை (குறுக்குவெட்டில் பார்க்கும் பொழுது) அடிப்படையாகக் கொண்டு வெவ்வேறு கலைச்சொற்களின் மூலம் அவைகள் விவரிக்கப்படுகின்றன. (புரோட்டோசைலம் துருவங்கள் (protoxylem poles) விளக்கத்திற்குப் பின் பகுதியைப் பார்க்கவும்). உதாரணமாக, வேர்களில் ஒரே ஒரு புரோட்டோசைலம் துருவம் மட்டும் இருந்தால், அவைகளை மோனார்க் (monarch) வேர்களென்றும், இரண்டு இருந்தால், டையார்க் (diarch) (படம் 15.40) என்றும், மூன்றிருந்தால்,

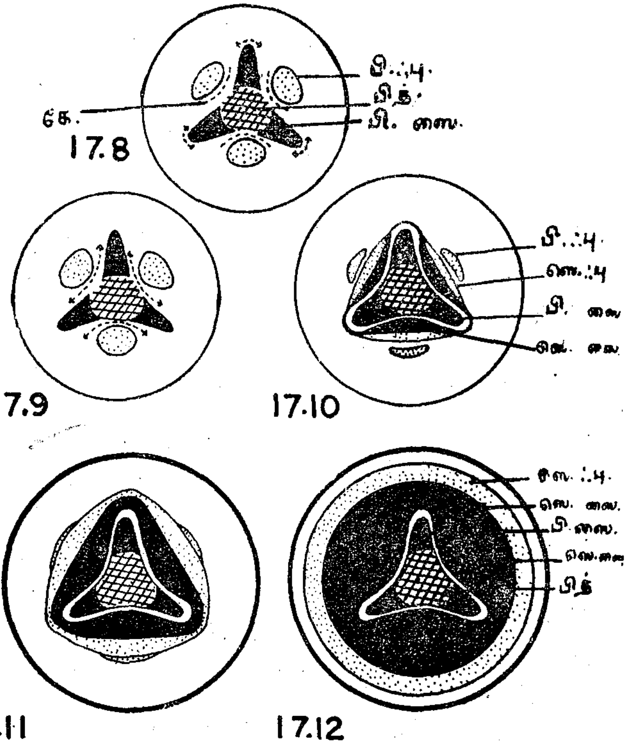
டிரையார்க் (triarch) என்றும், நான்கு இருந்தால், டெட்ரார்க் (tetrarch) (படம் 17.2) என்றும், ஐந்திருந்தால், பெண்டார்க் (pentarch) என்றும், ஆறு இருந்தால், ஹெக்சார்க் (hexarch) என்றும், முறையே கூறப்படுகின்றன. இந்த எண்ணிக்கைக்கு மேற் பட்டு வேர்களில் புரோட்டோஸைலம் துருவங்கள் இருந்தால், அவ்வகை வேர்கள் பாலியார்க் (polyarch) என்றழைக்கப்படு கின்றன (படம் 17.1). சாதாரணமாக, புரோட்டோஸைலம் துருவங்களின் எண்ணிகையைப் பயன்படுத்தி இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் வேர்களை, ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் வேர்களிலிருந்து பிரித்தறிவதற்கு காட்டப்படுகின்ற வேறுபாடாக கூறப்படுவது முற்றிலும் தவறானதாகும். இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் வேர்களில், புரோட்டோஸைலம் துருவங்களின் மொத்த எண்ணிக்கை குறைவாக (அதாவது ஒன்றிலிருந்து நான்கு வரை, இருக்கின்றன என்றும், அதே சமயத்தில் ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களின் வேர்களில் மேலே கொடுக்கப்பட்ட எண்ணிக்கைக்கு மேல் அதிகமாக புரோட்டோஸைலம் துருவங்கள் இருக்கின்றன என்ற அடிப்படையிலும், இந்த இருவகை இனங்களின் வேர்களை முறையே பிரித்தறிய முடியும் என்று கூறப்பட்டு வருகின்றது. மேலும், இந்த வேறுபாடு நிரந்தரமற்றது, மாறுபடக்கூடியது என்பது, அல்லியும் (Allium) என்ற ஒரு விதையிலைத் தாவர இனத்தின் வேரை ஆராய்ந்து பார்த்தால், அதில் குறைந்த அளவு புரோட்டோஸைலம் தொகுப்பின் எண்ணிக்கையைப் (டெட்ரார்க் - tetrarch) பெற்றிருப்பதிலிருந்து தெரிய வருகின்றது. மேலும், ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் முதன் முதலாக தோன்றுகின்ற விதைச் சார்ந்த வேர்களில், குறைந்த எண்ணிக் கையில் புரோட்டோஸைலம் தொகுப்புகளும், பிறகு ஏற்படுகின்ற வேற்றிடத்து வேர்களில் (adventitious roots) அதிக எண்ணிக்கை யில் புரோட்டோஸைலம் தொகுப்புகளும், அதாவது பாலியார்க் நிலை ஏற்பட்டு பெரும்பாலும் காணப்படுகின்றன. இது போன்று இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் வேர்களின் நடு மையத்தில் பித் (pith) தோன்றுவதில்லையென்றும், ஆனால், ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் இப்பகுதி காணப்படுகின்றதென்றும், இவ் வியல்பின் அடிப்படையில் இந்த இரு இனத் தாவரங்களின் வேர்களைப் பிரித்தறியலாம் என்றும் கூறப்படுகிறது. இக்கூற்றும் நடை முறைக்கு ஒவ்வாததாகும். ஏனென்றால், புரோட்டோஸைலம் தொகுப்புகளின் எண்ணிகையும், பித் இருப்பது, இல்லாமலிருப்பது போன்ற நிலைகள் வேர்களின் குறுக்களவைப் பொருத்து வேறு படுகின்ற இயல்புகளாகும். ஒரு இரு விதையிலைத் தாவர இனத்தின் வேரின் குறுக்களவு அதிகமாக இருக்கும்பொழுது, அதனுடைய புரோட்டோஸைலம் தொகுப்புகளின் எண்ணிக்கையும் அதற்கு

தகுந்தாற் போல் அதிகரிப்பதுடன், பித் என்ற நடு மையப் பகுதியும் தோன்றுகின்றது. இந்த வகை நிலையற்ற வேறுபாடுகள் ஒரே செடியின் வெவ்வேறு வேர்களில் காணப்படுகின்றன. லிபோஸிட்ருஸ் டிக்கரன்ஸ் (Libocedrus decurrens) இனத்தின் வேர்களைச் சமீப காலத்தில் ஆராய்ந்து பார்த்ததில், மேற் கூறப்பட்ட உண்மை தெளிவாகக் காட்டப்படுகின்றது. மேலும், இந்த உண்மைக்கு எடுத்துக்காட்டாக, இரு விதையிலைத் தாவர சிற்றினங்களையும் கூறலாம். மேலும், ஒரே வேரின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் புரோட்டோஸைலம் துருவங்களின் எண்ணிக்கை வேறுபடுகின்றது. உதாரணமாக, வேரின் அடிப்பாகத்தில் புரோட்டோஸைலம் துருவங்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாகவும், அதே வேரின் நுனிப் பாகங்களில் குறைந்தும் காணப்படுவதுண்டு. அல்லது, நுனிப் பாகங்களில் அதிகமாகவும், அடிப்பாகங்களில் குறைவாகவும் காணப்படலாம்.

குறுக்கு வெட்டில் வேர்களைக் கவனிக்கும்பொழுது, புரோட்டோஸைலத்தைப் பொருத்து மெட்டாஸைலம் அமைந்திருக்கின்ற முறைகள் பல வகைகளாக இருப்பதைப் பார்க்கலாம். உதாரணமாக, திரித்திக்கும் (Triticum) என்ற தாவரத்தின் வேர்கள் ஒவ்வொன்றிலும், ஒரே ஒரு மெட்டாஸைலம் வெஸல் அதன் நடு மையத்தில் இருப்பதையும், இதைச் சூழ்ந்து வாஸ்குலார் உருளையின் புற எல்லையில் பல புரோட்டாஸைலம் தொகுப்புகள் வெவ்வேறு ஆரப்போக்கில் அமைந்திருப்பதையும் பார்க்கலாம். இந் நிலையை ஸிப்பரேஸி (Cyperaceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்த சில இனங்களின் வேர்களிலும் காண முடிகின்றது. சில வேர்களில், இந்த மெட்டாஸைலம் வெஸல்கள், புரோட்டோஸைலம் தொகுப்புகளுக்கு சரி நிகரான எண்ணிக்கையுடன் தோன்றி நடு மையத்தில் வட்ட வடிவமான அமைவு முறையுடன் இருப்பதையும், அல்லது, புரோட்டோஸைலத்தின் எண்ணிக்கைக்குக் குறைவாக மெட்டாஸைலம் வெஸல்கள் ஏற்பட்டு மேற் சொன்ன முறையிலும் அமைந்திருப்பதையும் காணலாம். மேலும் அரிக்கேஸி (Arecaceae palmae) குடும்பத்தைச் சார்ந்த சில பேரினங்களில், மெட்டாஸைலம் வெஸல்கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வட்டங்களில் ஒரு ஒழுங்கு முறையுடனும், அல்லது, சிதறுற்றும் அமைந்திருக்கின்றன. இது போல, ஃபுளோயத்தைப் பொருத்த மட்டில் பெரும்பாலும் இது வாஸ்குலார் உருளைக்குப் புற எல்லையில் புரோட்டோஸைலம் தொகுப்புகளுடன் மாறி, மாறி அமைந்திருந்தபோதிலும், சில பேரினங்களில் (மூஸா- Musa; பாண்டானுஸ்- Pandanus) இது நடுமையத்திலும் கூடுதலாகத் தோன்றி, அங்கு மிங்குமாக டிரக்கியரி திசுக்களுடன் கலந்து அமைந்திருக்கின்றது.

சில இனங்களின் தண்டுகளில் அக ஃபுளோயம் (internal-phloem) காணப்படும்பொழுது அவைகளின் வேர்களிலும், இந்த வகை ஃபுளோயம் உண்டாகியிருப்பதாக முன்னரே கூறப்பட்டது.

பிரைமரி ஃபுளோயத்தில் பெரும்பாலும் நார்த் திசுக்கள் உண்டாவதில்லை. ஆனால், பாப்பிலியோனேஸி (Papilionaceae), மால்வேஸி (Malvaceae), அன்னேனேஸி (Annonaceae) போன்ற குடும்பங்களின் வேர்களில் நார்த் திசுக்கள் உண்டாகின்றன. பாலிஸ்டீலிக் (polystelic) நிலை மிகவும் அரிதாக ஆஞ்சியோஸ்பர்ம்களின் வேர்களில் காணப்படுகின்றது. இதற்கு உதாரணமாக,




படங்கள் 17.8—17.12 வேரின் ஸெகண்டரி வளர்ச்சியின் வெவ்வேறு நிலைகளைக் குறிக்கின்றன. விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

கே. கேம்பியம்; பி.ஃபு. பிரைமரி ஃபுளோயம்; பி.ஸை. பிரைமரி ஸைலம்; ஸெ.ஃபு. ஸெகண்டரி ஃபுளோயம்; ஸெ.ஸை. ஸெகண்டரி ஸைலம்.

ஓர்க்கிஸ் (Orchis) என்ற பேரினத்தின் கிழங்குகளிலும், அரிக்கேஸி (Arecaceae-Palmae) யின் சில இனங்களிலும் காணலாம். இந்த பாலிஸ்டீலிக் நிலை என்பது, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட தனிப் பட்ட ஸ்டீல்கள் பல உண்டாகி, ஒவ்வொன்றும் எண்டோ டெர்மிஸினால் மற்றொன்றிலிருந்து வேறுபட்டு காணப்படுவதினால், ஒவ்வொன்றும், ஒரு வாஸ்குலார் உருளைக்கு நிகரானதாகத் தோன்றுவதாகும்.

பிரைமரி ஃப்புளோயம், பிரைமரி ஸைலம் முதிர்ச்சியடைகின்ற முறை குவி மையப் போக்கில் ஏற்படுகின்றது என்பதாக முன்னரே கூறப்பட்டது. முதன் முதலாகத் தோன்றுகின்ற புரோட்டோ ஃப்புளோயமும், புரோட்டோஸைலமும் வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் உண்டாகின்ற தொடக்க நிலையைக் குறிப்பிடுகின்ற முக்கிய கேந்திரங்களாக மதிக்கப்பட்டும், இந்த கேந்திரங்களை அடிப்படை யாக வைத்துக்கொண்டு மேற்கொண்டு தோன்றுகின்ற வாஸ் குலார்த் திசுக்களின் குறுக்குப் போக்கு வளர்ச்சி, முதிர்ச்சியடை கின்ற முறைகளைக் குறித்து அறிந்து கொள்வதற்கும் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதனால், முதன் முதலாக உண்டா கின்ற புரோட்டோஸைலம், புரோட்டோஃப்புளோயம் அமைந் திருக்கின்ற கேந்திரப் பகுதிகள் புரோட்டோஃப்புளோயம் துருவம் (protophloem pole), புரோட்டோஸைலம் துருவம் (protoxylem pole) என்று முறையே கூறப்படுகின்றன,

குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, புரோட்டோஸைலத் தை மெட்டாஸைலத்திலிருந்து குறுக்களவு அடிப்படையின் வாயி லாகப் பிரித்தறிவது சிரமமான காரியமாகும். சிறிய குறுக்களவை உடையவைகளை புரோட்டோஸைலம் என்றும், அதிக குறுக்கள வைப் பெற்று பெரிதாகக் காணப்படுபவைகளை மெட்டாஸைலம் என்றும் கூறிவிட முடியாது. இவைகளின் குறுக்களவு முறையே படிப்படியாக அதிகரித்துக் கொண்டு வருவதனால் சரியான வரையறையை இவைகளுக்கிடையே ஏற்படுத்த முடிவதில்லை. மேலும், இவைகளின் செல்லுறைகள் தடிப்புற்றுக் காணப்படுகின்ற அமைப்புகளின் வாயிலாகவும் அறிந்து கொள்வது கடினமானதாக தோன்றுகின்றது. புரோட்டோஸைலத்தில் இருக்கின்ற டிரக்கியரி செல்களின் புற அமைப்பியலின்படி, அவைகள் டிரக்கிட் களா அல்லது வெஸல்களா என்பதை சரிவர எளிதில் தெரிந்து கொள்ள முடிவதில்லை. ஆனால், ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களைப் பொருத்த மட்டில், மெட்டாஸைலத்தின் டிரக்கியரி செல்கள் வெஸல் களாகவோ அல்லது டிரக்கீட்களாகவோ இருக்கக்கூடும் என்று தெரிகின்றது.

**ஸெகண்டரி வளர்ச்சியும், அமைப்பும் (Secondary growth and structure):** (படங்கள் 17.3-17.12) பெரும்பாலான இரு விதையிலைத் தாவர இனங்கள் ஜிம்னோஸ்பர்ம்கள் ஆகியவற்றின் ஆணிவேர் (tap root) பக்க வேர்களில் (lateral roots) ஸெகண்டரி வளர்ச்சி வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தினால் ஏற்படுகின்றது. ஸெகண்டரி வளர்ச்சி குறுஞ் செடிகளின் (herbs) வேர்களில் பெரும்பாலும் உண்டாவதில்லை. அப்படியே ஏற்பட்டாலும், ஒரு குறிப்பிட்ட குறைந்த அளவிற்கு ஏற்பட்டு பிறகு நின்று விடுகின்றது. ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுவதில்லை. ஆனால், முன் அத்தியாயத்தில் கூறியபடி, தனிப்பட்ட ஸெகண்டரி வளர்ச்சி எந்தெந்த ஒரு விதையிலைத் தாவர பேரினங்களில் ஏற்படுகின்றதோ அவைகளிலெல்லாம் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுவதாகக் கருதப்படுகின்றது. இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களைப் பொருத்த மட்டில், ஸெகண்டரி வளர்ச்சி குறைந்த அளவிற்கோ அல்லது அதிக அளவிற்கோ ஏற்பட்டாலும், இவ்வளர்ச்சியை ஏற்படுத்தக்கூடிய வாஸ்குலார்க் கேம்பியம், பிரைமரி ஃபுளோயத்தின் மெட்டா ஃபுளோயத்தை அடுத்து உட்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற அடிப்படை திசுவில் ஏற்படுகின்ற (பாரங்கைமா திசு) பெரிக்கிலைனல் ஸெல் பிரிதல்களின் மூலம் முதன் முதலாகத் தோன்றுகின்றது. இவ்வாறு ஸெல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்ட பிறகு, இப் பகுதியில், பரிதிக்கு இணைப் போக்கில் அமைந்திருக்கின்ற தோற்றுவிகளின் (initials) வரிசையைக் காணலாம். இந்தத் தோற்றுவிகள் வேர்களின் நடு மையப் பகுதியை நோக்கி, உட்புறமாகவும், வெளிப்புறத்தை நோக்கி தோன்றல்களையும் பெரிக்கிலைனல் ஸெல் பிரிதலின் மூலம் உண்டாக்குகின்றன. வெளிப்புறத்தே தோன்றிய தோன்றல்கள், தோற்றுவிகளுக்கும், மெட்டா ஃபுளோயத்திற்கும் இடையில் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஆக்குத்திசுவின் இப்படிப்பட்ட செயல் முறையும், இதனால் ஏற்படுகின்ற தோன்றல்களும் சாதாரணமாக ஏற்படுகின்ற வாஸ்குலார்க் கேம்பியத்தின் செயலை ஒத்திருக்கின்றது.

இருந்தபோதிலும், வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் தோன்றுகின்ற முறையையும், மூலத்தையும் பொருத்துதான், வேர்களின் ஸெகண்டரி வளர்ச்சிக்கும், தண்டுகளிலேற்படுகின்ற ஸெகண்டரி வளர்ச்சிக்கும் ஒரு முக்கியமான வேறுபாடு காணப்படுகின்றது. வேர்களுக்கே உரித்தான வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் அமைவு முறைக்கேற்ப, புரோக்கேம்பியம் என்ற ஆக்குத்திசு, அவைகளைத் தோற்றுவித்த பிறகு நிலைத்திருப்பதில்லை. ஆனால், தண்டுகளில் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுகின்ற தாவரங்களிலெல்லாம் பிரைமரி வாஸ்

குலார்த் திசுக்களைத் தோற்றுவித்த பிறகு, புரோக்கேம்பியம், அவை களுக்கிடையே நிலைத்திருந்து, அதுவே சில வகையான மாற்றங்களை அடைந்து, வாஸ்குலார்க் கேம்பியமாக மாறி, செகண்டரி வளர்ச்சியை ஏற்படுத்துகின்றது என முன்னரே தெரிந்துகொண் டோம். இதிலிருந்து தெரிவது என்னவென்றால், வேர்களில் செகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படுவதற்கான வாஸ்குலார்க் கேம்பியம், புரோக்கேம்பியத்திலிருந்து உண்டாவதில்லை என்பதாகும். மேலும், இந்த வகையில் ஆராய்ந்து பார்த்தால், தண்டுகளில் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுக்கு இடைப்பட்ட பாகங்களில் இருக்கின்ற பாரங் கைமா செல்களில் செல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்டு, ஆக்குத்திசுவாக மாறி, பிறகு இது தொகுப்புகளுக்கு உட்பட்ட கேம்பியத்துடன் (fascicular cambium) இணைந்து ஒரு வளையம் போன்ற அமைவைப் பெற்று, கடைசியில் தொடர்ச்சியாக செகண்டரி திசுக்களை உண்டாக்குவதாகவும் தெரிந்து கொண்டோம். ஆகவே, தண்டு களில் ஏற்படுகின்ற செகண்டரி வளர்ச்சி இரு மூலங்களிலிருந்து உண்டாகின்ற ஆக்குத்திசுவினால் ஏற்படுகின்றது என்பது நன்கு விளங்குகிறது. வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுக்கு உட்பட்ட கேம்பி யம் ஒரு மூலமாகவும் (source), தொகுப்புகளுக்கு இடைப்பட்ட ஆக்குத்திசுவை உண்டாக்குகின்ற பாரங்கைமா திசு மற்றொரு மூல மாகவும் ஏற்படுவதைப் பார்த்தோம். இந்த அடிப்படையில், வேர்களில் ஏற்படுகின்ற கேம்பியத்தின் மூலத்தைக் குறித்து சிந்தித்துப் பார்க்கும்பொழுது, எவ்வாறு தண்டுகளில், தொகுப்பு களுக்கிடைப்பட்ட பாரங்கைமா ஆக்குத்திசுவாக மாறி செயல்படு கின்றதோ அதுபோல், வேர்களில், அடிப்படைத் திசுவின் பாரங் கைமா செல்கள் ஆக்குத்திசுவாக மாறி செயல்படுகின்ற நிலையில் மட்டும் தண்டுகளின் செகண்டரி வளர்ச்சி முறைக்கும், வேர்களின் வளர்ச்சி முறைக்கும் ஒரு ஒற்றுமை காணமுடிகின்றது. ஆகவே, தண்டுகளில் வாஸ்குலார்க் கேம்பியம் இரு வகையான மூலங்களி லிருந்தும், வேர்களில் ஒரே ஒரு மூலத்திலிருந்தும் தோன்றுகின்ற வகையில் வேறுபாட்டையும், ஆனால், இரண்டு உறுப்புக்களிலும் பாரங்கைமா திசு மாறி, ஆக்குத்திசுவை உண்டாக்குகின்ற வகை யில் அவைகளுக்கிடையே ஒரு ஒற்றுமையையும் காணமுடிகின்றது.

மேலே கூறியபடி, கேம்பியம், மெட்டா ஃபுளோயத்தை அடுத்து உட்புறமாக உள்ள செல்களிலிருந்து முதன் முதலாகத் தோன்றிய பிறகு, இந்த கேம்பியத்தின் இரு பக்கங்களிலும், பிரைமரி ஃபுளோயத்திற்கும், பிரைமரி சைலத்திற்கும் இடைப் பட்ட பகுதியிலிருக்கின்ற அடிப்படைத் திசுவின் பாரங்கைமா செல்கள் பெரிக்கிலைனல் செல் பிரிதல்களின் மூலம் தோற்றுவிகளை உண்டாக்கி, இந்த மாற்றங்கள் மேற்கொண்டு பரவி கடைசியில்,

புரோட்டோஸைலத்தின் துருவத்தின் எதிர்ப்புறம் வரை தோற்று விகள் உண்டாகின்றன. இதுபோல, முதன் முதலுண்டான கேம்பி யத்தின் மறுபக்கத்திலும் மாற்றங்களேற்பட்டு, அந்த பக்கத் திலுள்ள புரோட்டோஸைலம் துருவம் வரை தோற்றுவிகள் உண்டாகின்றன. இதனுல், முதன் முதலாக மெட்டாஃப்புளோ யத்தை அடுத்துண்டான கேம்பியத்தின் தோற்றுவிகளும், இப் பொழுது இதற்கு இருபக்கங்களிலும் உள்ள புரோட்டோஸைலம் துருவங்கள் வரை ஏற்பட்ட தோற்றுவிகளும் ஒன்று சேர்ந்து கேம்பியம் தொடர்ச்சியாக காணப்படுகின்றது. இந்த குறிப்பிட்ட நிலையிலுள்ள வேர்களைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது, பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் அமைவு முறைக்கேற்ப கேம்பி யத்தின் வளையம் (cambial ring) மேடு, பள்ளமுற்ற வடிவத்துடன் [அதாவது, புரோட்டோஸைலம் துருவத்தின் எதிர்ப்புறத்தில் கேம்பியம் வளையம் உயர்த்தப்பட்ட நிலையிலும், பிரைமரிஃப்புளோ யத்தின் உட்புறத்தில் தாழ்த்தப்பட்ட நிலையிலும்] அல்லது ஒரு நட்சத்திர வடிவத்துடன் இருப்பதைப் பார்க்கலாம். மேலே குறிப் பிட்டபடி, முதலில் உண்டான கேம்பியத்தின் இரு பக்கங்களிலும் இருக்கின்ற பாரங்கைமா செல்கள் தொடர்ந்து ஆக்குத்திசுவாக மாறி கடைசியில், புரோட்டோஸைலம் துருவத்தை அடைவதற் குப் பதிலாக, சில இனங்களில், புரோட்டோஸைலம் துருவத்திற்கு எதிர்ப்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற பெரிஸைக்கில் பாரங்கைமா செல்களில் செல் பிரிதல்களேற்பட்டு, அதற்கு இரு பக்கங்களிலும் இருக்கின்ற செல்களும் இந்த வகையில் மாறிக்கொண்டு வந்து கடைசியில், மெட்டாஃப்புளோயத்திற்கு உட்புறத்தில் முதன் முதலாகத் தோன்றிய கேம்பியத்துடன் இணைந்து விடுவதுமுண்டு. ஆகவே, இந்த இரு முறைகளிலும், கேம்பியம் வளையம் தாவர இனங்களைப் பொருத்து உண்டாகின்றன. மேடு பள்ளமுற்ற அல்லது, நட்சத்திர வடிவிலுள்ள கேம்பியம் வளையம், பிரைமரி ஃப்புளோயத்தின் எதிர்ப்புறமாக உட்பக்கத்தில், மற்ற பகுதிகளை விட, விரைவாகவும், அதிக அளவிலும் செகண்டரி திசுக்களை உண்டாக்குகின்ற காரணத்தினுல், கேம்பியம் வளையத்தின் வளைவுற்ற தோற்றம் சீர்பட்டு, ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில், வட்ட வடிவமான அமைவு முறையை அடைகின்றது. செகண்டரித் திசுக்கள் மேன்மேலும் உண்டாவதினுல் பிரைமரி ஃப்புளோயம் நசுக்கப்பட்டு சிதைவடைகிறது. எண்டோடெர்மிஸும் அழிக்கப் படுகின்றது. ஆனுல், பிரைமரி ஸைலம் மட்டும் சிதைவடையாமல், நடுமையத்தில் அப்படியே நிலைத்து விடுகின்றது.

வேர்களில் மேலே விவரிக்கப்பட்ட முறையிலுண்டான செகண்டரி ஸைலம் திசு, அடிப்படையான இயல்புகளைப்

பொருத்தமட்டில் தண்டுகளுடைய ஸெகண்டரி திசுக்களிலிருந்து மாறுபடுவதில்லை. ஆனால், வேர்கள் செயல்படுகின்ற செயல்களுக்குத் தக்கவாறு அவைகளின் திசுக்களில் ஒரு சில வேறுபாடுகளைக் காண முடிகின்றது. உதாரணமாக, வேர்களில் ஸெகண்டரி ஸைலத்தின் வெஸல்கள் (vessels) தண்டுகளில் இருப்பவைகளைவிட அதிக எண்ணிக்கையிலும், அகலமானதாகவும், மெல்லிய உறைகளைக் கொண்டதாகவும், குறைந்த அளவு நார்த்திசுக்களைக் கொண்டதாகவும், அதிக அளவு பாரங்கைமாவையும், அதிக அளவு ரேக்களையும் பெற்றிருக்கின்றன. இதுபோல, ஸெகண்டரி ஃப்ளோயத்தில் குறைந்த அளவு ஸ்கிலரங்கைமாவும், அதிக அளவு பாரங்கைமாவும் சாதாரணமாக உண்டாகி இருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

தண்டுகளில் ஸெகண்டரி வளர்ச்சி ஏற்படும்பொழுது வெளிப்புறமாக உண்டாகின்ற பெரிடெர்மைப் (periderm) போல வேர்களிலும் அது தோன்றுகின்றது. தண்டுகளில் முதன் முதலாக உண்டாகின்ற பெரிடெர்ம் அவைகளின் வெளிப்புறத்தில் அமைந்திருக்கின்ற திசு அடுக்குகளிலிருந்து [அதாவது, புறத்தோல், புறணித் திசுக்கள்] தோன்றுகின்றது. ஆனால், வேர்களில் முதன் முதலுண்டாகின்ற உண்மையான பெரிடெர்ம் பெரிஸைக்கிலிலிருந்து தோன்றுகின்றது. லெண்டிஸெல்களின் அடிப்படையான அமைப்பியல்புகளைப் பொருத்து, வேர்களின் லெண்டிஸெல்கள், தண்டுகளினுடையதிலிருந்து வேறுபடுவதில்லை. ஆதலால், வேர்களில் பெரிடெர்மை உண்டாக்கக்கூடிய ஆக்குத்திசுவாகிய ஃபெல்லோஜனின் மூலத்தைப் பொருத்து, மாறுபாடு காணப்படுகின்றதே ஒழிய, வேறு வகைகளில், இவ்விரு உறுப்புக்களில் தோன்றுகின்ற பெரிடெர்ம்கள் ஒத்திருக்கின்றன.

**பக்க வேர்களின் வளர்ச்சி முறை (Development of lateral roots)** (படம் 17.6): தண்டினங்களில் (shoots) இலைகளும், கிளைகளும் உண்டாகும்பொழுது, அவைகள் தண்டின் நுனி ஆக்குத்திசுவிலிருந்து ஆதாரங்களாக (primordia) தோன்றுகின்றன என்பதாகத் தெரிந்து கொண்டோம். இப்படிப்பட்ட தோற்றமுறை வெளிப்புறத் தோற்றமுறை (exogenous method) என்று கூறப்படுகின்றது. ஆனால், முக்கிய வேர்களிலிருந்து பக்க வேர்கள் கிளைக்கும்பொழுது அவைகள், வேர்களுக்கு உட்புறத்தில் ஆழத்தில் அமைந்திருக்கின்ற பெரிஸைக்கில் (pericycle) என்ற திசு அடுக்கிலிருந்து உண்டாகின்ற அடிப்படையில், இந்த வளர்ச்சி முறை உட்புறத் தோற்ற முறை (endogenous method) என்று கூறப்படுகின்றது.

பெரிஸைக்கிலிலிருந்து பக்க வேர்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன என்று பொதுப்படையாகக் கூறப்பட்டாலும், இந்த நிகழ்ச்சியை மேற்கொண்டு கூர்ந்து கவனிக்கும்பொழுது, புரோட்டோஸைலம், புரோட்டோஃபுளோயம் துருவங்களுக்கும், பக்க வேர்களின் ஆதாரங்கள் தோன்றுகின்ற பகுதிகளுக்கும் இடையே ஒரு நெருங்கிய தொடர்பு பெரும்பாலும் இருப்பதாகத் தெரிகின்றது. உதாரணமாக, பக்க வேர் ஆதாரங்கள், பொதுவாக புரோட்டோஸைலம் துருவங்களுக்கு எதிர்ப்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற பெரிஸைக்கில் ஸெல்களிலிருந்து உண்டாகின்றன. இந்த வகையான புரோட்டோஸைலம் துருவங்களுடன் சம்பந்தப்பட்ட வளர்ச்சி முறை டிரையார்க் (triarch) வேர், பாலியார்க் (polyarch) வேர் முதலியவைகளில் காணலாம். ஆனால், டயார்க் (diarch) வேர்களில் பக்கவேர் ஆதாரங்கள் புரோட்டோஃபுளோயம் துருவத்திற்கு எதிர் புறத்திலிருந்தும் அல்லது புரோட்டோஸைலத்திற்கு அருகாமையிலுருந்தும், அல்லது புரோட்டோஸைலத்திற்கு இரு பக்கங்களிலிருந்தும் [எதிர்ப்புறமாக இல்லாமல்] உண்டாகின்றன.

பக்க வேர் ஆதாரங்கள் பெரிஸைக்கில் ஸெல்களில் பெரிக்கிலைனல், ஆன்டிகிலைனல் ஸெல் பிரிதலினால் ஏற்படுகின்றன. இந்த வழிகளில் தோற்றுவிக்கப்படுகின்ற ஆதாரங்கள் மேற்கொண்டு வளர்ந்து முட்டுக்களாகத் தோன்றியும், புறணிப் பாகத்தில் ஊடுருவிச் சென்றும், கடைசியில் வேர்களின் புறத்தோல் ஸெல்களை விளக்கியும் வெளிப்படுகின்றன. இந்த பக்க வேர்கள், வெளிப்படுவதற்கு முன்பே, இவைகளில் பிரைமரி திசுக்களும், நுனி ஆக்குத்திசுவும், வேர் நுனி மூடியும் உண்டாகி விடுகின்றன. பக்க வேர்களுக்கும், இவைகளைத் தோற்றுவித்த முக்கிய வேர்களுக்கும் வாஸ்குலார்த் திசு இணைப்பு, இவைகளுக்கு இடைப்பட்ட ஸெல்களில் சில சல்லடைக்குழாய் ஸெல்களாகவும், வேறு சில, டிரக்கியரி ஸெல்களாகவும் மாற்றங்களடைந்து பக்க வேர்கள் முக்கிய வேர்களுடன் இணைக்கப்படுகின்றன. சில நீர் வாழ் தாவர இனங்களின் வேர்முனைப் பாகங்களில் காணப்படுகின்ற ஒரு வகை அமைப்பான வேர்ப் பைகள் (root pockets) எண்டோடெர்மிஸ் ஸெல்களினால் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

**வேர், தண்டின் வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பு முறையின் இணைப்பு (Connection between the vascular systems of the root and stem) :** இதுகாறும் தெரிந்து கொண்டபடி, வேர், தண்டு இவைகளிரண்டின் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்களின் அமைவு முறை, வளர்ச்சி முறை இவைகளின் அடிப்படையில், ஒரு உறுப்பு மற்றொன்றிலிருந்து வேறுபடுகின்றது என்பதை தெரிந்து கொண்டோம்,

வேர்களில் புரோட்டோஸைலம், எக்ஸார்க் (exarch) ஆகவும், தண்டுகளில் எண்டார்க் (endarch) ஆகவும் இருக்கின்றன. மேலும், வேரில் பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் இரண்டும், மாறி மாறி வெவ்வேறு ஆரப்போக்கில் அமைந்திருக்கின்றன. ஆனால், தண்டுகளில் இவைகள் அடுத்தடுத்து ஒரே ஆரப்போக்கில் அமைந்திருக்கின்றன (collateral arrangement). இன்னும் பார்க்கப்போனால், வேர்கள் வெறும் ஆக்ஸிஸ் அமைப்பாகவும், தண்டுகள் ஒட்டுப் பாகங்களைப் (appendages) பெற்றிருக்கின்ற ஆக்ஸிஸ் ஆகவும் உண்டாகியிருக்கின்ற முறையைத் தெரிந்து கொண்டோம். தண்டுகளைப் பொருத்தமட்டில் அவைகளின் உள்ளமைப்பு முறை ஒட்டுப் பாகங்கள் உண்டாவதினால் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன என்று தெரிகின்றது. ஆனால், இந்த நிலை வேர்களில் காணப்படுவதில்லை. இந்த வகைகளில், இரு உறுப்புக்களின் வேறுபட்ட வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறைகள் சந்திக்கின்ற பொது கேந்திரத்தில் அவைகளுக்கிடையே ஒரு வித தக அமைவு (adaptation) ஏற்பட வேண்டுமென்று ஊகிக்க முடிகின்றது. ஒரு வகை திசு அமைவு முறை, மற்றொன்றுடன், படிப்படியாக மாறி ஐக்கியமாகின்ற முக்கியமான ஆக்ஸிஸின் கேந்திரப் பகுதிக்கு இடைநிலைப்பகுதி (transition region) என்று பெயர். முன் அத்தியாயத்தில் கூறியபடி, கருவின் வித்திலைக் கீழ்த்தண்டின் (hypocotyl) ஒரு பக்கத்தின் நுனியில் தண்டு நுனிப்பாகமும், அதற்கெதிர்ப் பக்கத்தில் வேர் நுனிப் பாகமும் அமைந்து இவைகளிரண்டும் வித்திலைத் தண்டினால் இணைக்கப்படுவதிலிருந்து, இந்த பாகத்தில்தான் மேற் கூறப்பட்ட வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறை மாற்றமும், இம்மாற்றங்களைத் தொடர்ந்து ஒன்றுக்கொன்று ஒரு முக்கியமான இணைப்பையும் பெறுகின்றது என்று தெரிகிறது. ஒரு செடியின் வாழ்க்கை வரலாற்றில், இந்த வகையான உள்ளமைப்பின் இணைப்பும், தொடர்ச்சியான உட்புற அமைவுகளில் ஒரு ஒற்றுமையையும் எந்த அளவிற்கு வேண்டப்படுகின்றது என்ற உண்மை, கூறாமல் விளங்கக் கூடியதாகும். இந்த வகை ஆராய்ச்சியில், பல சிக்கலான நிகழ்ச்சிகள் சம்பந்தப்பட்டிருப்பதாகவும் இந்நிகழ்ச்சிகளெல்லாம் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு சிக்கலானதாகக் காணப்படுகின்றதோ அவ்வளவிற்கு இவைகளில் வியப்பை அளிக்கக்கூடிய உண்மை அடங்கியிருக்கின்றது என்பதும் தெரிய வருகின்றது. இந்த சிக்கலான அமைப்பு முறைகள் தாவர இனங்களின் வெவ்வேறு பிரிவுகளுக்குத் தக்கவாறு வேறுபடுகின்றன.

மேலே குறிப்பிட்டபடி, இடைநிலைப் பகுதியில் ஏற்படுகின்ற மாற்றம், வேருக்கும், தண்டுக்கும் இடையே ஏற்படுகின்றது என்று பலராலும் கூறப்பட்ட போதிலும், சமீப காலத்திய வளர்ச்சி

வரலாற்றின் அடிப்படையில் ஏற்பட்ட கருத்தின்படி, இடைநிலை இணைப்பு, ஒருபக்கத்திலிருக்கின்ற வேருக்கும், மற்றொரு பக்கத்தில் இருக்கின்ற வித்திலைகளுக்கும், வித்திலை மேல் தண்டிற்கும் (epicotyl) ஏற்படுகின்றது என்று கூறுவது முற்றிலும் பொருந்தும். ஆதலால், இந்த இடைப்பகுதி (transition region) இரண்டு ஆக்ஸியல் உறுப்புக்களுக்கிடையே ஏற்படுகின்ற இணைப்பைக் குறிக்கின்ற பகுதி அல்ல என்பதும், ஆனால், ஒரு நடுமையத்தில் இருக்கின்ற வாஸ்குலார்த் திசு அமைவை பெற்றுள்ள உறுப்பிற்கும் (அதாவது, வேருக்கும்), இலைகளைப் பொருத்து உண்டான வாஸ்குலார்த் திசுக்களைப் பெற்றுள்ள மற்றொரு உறுப்பிற்கும் (அதாவது தண்டினத்திற்கும்) இடையே ஏற்படுகின்ற இணைப்பைக் குறிக்கின்றது என்று தற்பொழுது கருதப்படுகின்றது.

இடைநிலைப் பகுதியில் ஏற்படுகின்ற மாற்றங்கள் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன என்பதை விவரிப்பதற்கு பலவகையான கோட்பாடுகள் கையாளப்பட்ட போதிலும், அவைகளை முக்கியமாக இரு கோட்பாடுகளினால் விளக்கலாம். ஒரு கோட்பாட்டின்படி, ஒரு நாற்றின் (seedling) வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறை ஒரு தொடர்ச்சியான அலகாக (unit) அமைந்து, அதில் வெவ்வேறு நிலைகளில் திசுக்களின் அமைவில் காணப்படுகின்ற வேறுபாட்டை உருவகப்படுத்தி, வாஸ்குலார்த் திசு, கூறுறுதல் (forking), முறுக்குறுதல், (twisting). சுழல்தல் (rotations), தலைகீழாக மாறுதல் (inversion) என்ற நிகழ்ச்சிகளின் அடிப்படையில் விளக்கப்படுவதாகும். இந்தக் கோட்பாட்டை மேலும் ஆராய்ந்து பார்த்தால், வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் ஒரு பகுதியில் முதிர்ச்சி அடைந்த எந்த நிலையில் காணப்படுகின்றதோ, அந்தப் பகுதிகளில் அதே நிலையில் அவைகள் உண்டாகின்றன என்றும், அதே சமயத்தில், வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறையில் ஒரு ஒற்றுமையை நிலைநாட்டுவதற்காக, மேலே கூறப்பட்ட வெவ்வேறு வகையான சலனங்களின் மூலம் விளக்குகின்றார்கள். இந்த கோட்பாட்டிற்கு நேர்மாறான மற்றொரு கோட்பாட்டின் மூலம் விளக்கப்படுவது என்னவென்றால், ஒரு நாற்றில் காணப்படுகின்ற வாஸ்குலார்த் திசு அமைவுமுறை தொடக்கத்தில் தொடர்ச்சியற்று ஏற்படுவதாகவும், ஒரு புறத்தில், வேர் வித்திலையின் கீழ்த்தண்டு பாகங்களையும், மற்றொரு புறத்தில், வித்திலைப் பாகத்தையும் பெற்றிருப்பதாகவும், இப்படி இரு புறங்களிலும் அமைந்திருக்கின்ற பாகங்களின் வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் கடைசியில் வித்திலைத் தண்டின் மேற்பகுதியில் காணப்படுகின்ற திசுக்களினால் ஒன்று சேர்க்கப்படுகின்றன என்பதாகும். எப்படி இருந்த போதிலும், மேலே கூறப்பட்ட இருவகைக் கோட்பாடுகளில் முதல் வகைக் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில்,

கீழே கொடுக்கப்படுகின்ற நான்கு முறைகளில், இடைநிலைப் பகுதியில் இடைநிலை மாற்றங்களும், வாஸ்குலார்த் திசு இணைப்புகளும் ஏற்படுகின்றன என்பதைக் குறித்து தெரிந்து கொள்ளலாம்.

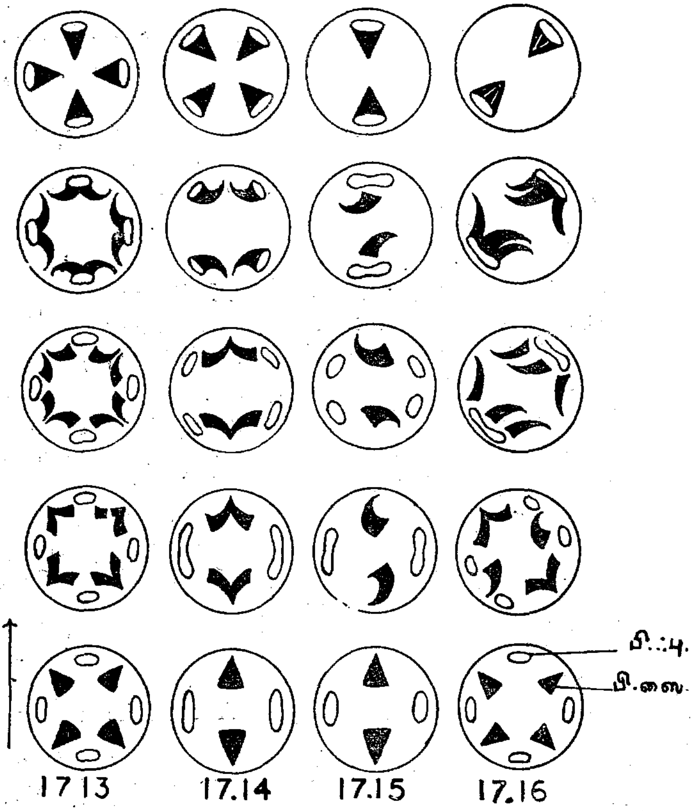
முதல் வகை : டிப்ஸாக்குஸ் (**Dipsacus**) மிராபிலிஸ் (**Mirabilis**), ஃப்யுமாரியா (**Fumaria**) போன்ற பேரினங்களின் வேர்கள் நான்கு புரோட்டோஸைலம் துருவங்களைப் பெற்றிருக்கின்ற டெட்ரார்க் (**terarch**) வகையைச் சேர்ந்ததாகும். இதில் ஒவ்வொரு பிரைமரி ஸைலமும், படத்தில் காட்டியிருப்பது போன்று ஆரப் போக்கில் (குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும் பொழுது) பிரிகின்றது. இவ்வாறு பிரிந்து ஏற்பட்ட கூறுகள் (**segment**) வேர் பாத்திலிருந்து மேலே செல்லச் செல்ல, பக்க வாட்டில், ஒன்று இடப்பக்கமும், மற்றொன்று வலது பக்கமும் நகருகின்றன. இவ்வாறு நகரும் பொழுது அது 180 டிகிரிகளில் சுழன்று கடைசியில், ஃப்ளோயத்தின் கீழ்ப்புறமாக உட்புறத்தில் வந்து அமைகின்றன. பிரைமரி ஸைலத்தில் இந்த வகையான பிரிதல், சுழலுதல், திரும்புதல் போன்ற மாற்றங்கள் ஆக்ஸிஸின் வெவ்வேறு நிலைகளில் மேலே போகப் போக ஏற்பட்டுக் கொண்டு இருக்கும்பொழுது, பிரைமரி ஃப்ளோயம் மட்டும் தன் முந்திய நிலையைவிட்டு எந்த விதமான அசைவும் அடையாமல் அப்படியே இருந்து விடுகின்றது. இந்த வகையில், வேர்களில் எத்தனை பிரைமரி ஃப்ளோயம் தொகுப்புகள் காணப் பட்டனவோ, அதற்கு நிகரான எண்ணிக்கையில், வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள், தண்டில் ஏற்படுகின்றன. (படம் 17.13).

இரண்டாவது வகை :- ஆஸர் (**Acer**), குக்கூர்பித்தா (**Cucurbita**) ஃபாஸியோலுஸ் (**Phaseolus**), த்ரோப்பியோலும் (**Tropaeolum**) பேரினங்களில் இவ்வகை காணப்படுவதாகும். இவைகளின் வேர்களில் இரு புரோட்டோஸைலம் துருவங்களைப் பெற்றுள்ள டயார்க் (**diarch**) அமைவு காணப்படுகின்றது. இந்த வகையில், முன் வகையைப் போலன்றி, பிரைமரி ஸைலம் மட்டும் பிரிதலுறுவது மட்டுமல்லாமல், ஒவ்வொரு பிரைமரி ஃப்ளோயமும் ஆர்ப்போக்கில் (குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது) இரண்டாகப் பிரிவுறுகின்றது. பிரிவுற்றதனால் ஏற்பட்ட கூறுகள் ஒவ்வொன்றும், அடுத்தடுத்து மேல் நிலைகளை அடையும்பொழுது பக்க வாட்டில் நகர்ந்து செல்கின்றன. இதற்கடுத்த நிலையில், பிரிவுற்ற ஸைலத்தின் ஒரு கூறும், அதுபோன்று, பிரிவுற்ற ஃப்ளோயத்தின் ஒரு கூறும் ஒன்றுடன் ஒன்று ஜதையுற்று இணைந்து விடுகின்றது. இவ்வாறு ஜதையுறுகின்ற கூறுகள் வேர்களின் தொடக்கத்தில் அமைந்திருக்கின்ற திசுக்களின் பகுதிகளுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், முன்னது பின்னதிலிருந்து மாறுபட்ட

புதிதான பகுதிகளில் அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம், பிரிவுற்ற ஸைலத்தின் கூறுகள் தலைகீழாக மாறி அமைகின்றன. இந்த வகை மாற்றங்களில் வேர்களில் காணப்படுகின்ற பிரைமரி ஸைலத்தின் எண்ணிக்கையைவிட இரு மடங்காக தண்டுகளில் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளுண்டாகின்றன. அதாவது இரண்டு ஸைலம் தொகுப்புகளுக்கு நான்கு வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் தண்டில் ஏற்படுகின்றன (படம் 17.14).

மூன்றாவது வகை: மெடிக்காகோ (**Medicago**), லாத்திரூஸ் (**Lathyrus**), ஃபினிக்ஸ் (**Phoenix**) பேரினங்களில் காணப்படுகின்றது. இந்த வகையில், பிரைமரி ஸைலம் பிரிவுறாமல், அது 180 டிகிரியில் சுழன்று, எக்ஸார்க்காக இருந்த நிலையை எண்டார்க்காக மாற்றிக் கொண்டு தண்டில் சென்று அமைந்து, விடுகின்றது. இப்படி ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்பொழுது பிரைமரி ஃபுளோயம் மட்டும் இரு சம கூறுகளாகப் பிரிந்து, மையத்தை நோக்கி பக்கவாட்டில் நகர்ந்து, கடைசியில் ஸைலத்திற்கு எதிர்ப்புறமாக சேர்ந்து இணைந்து விடுகின்றதைப் பார்க்கலாம். தொடக்கத்தில் வேரில் எத்தனை பிரைமரி ஃபுளோயம் தொகுப்புகள் இருந்தனவோ அத்தனை வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் தண்டுகளில் ஏற்படுகின்றன (படம் 17.15).

நான்காவது வகை: அனிமர்ரீனா (**Anemarrhena**) என்ற பேரினத்தில் காணப்படுகின்ற ஒரு அரிதான வகையாகும். இதன் வேர்கள் டெட்ரார்க் (**tetrarch**) வகையினதாகும். நான்கு பிரைமரி ஸைலம் தொகுப்புகளில் இரண்டு தொகுப்புகள் மட்டும், அதாவது ஒன்றை விட்டு ஒன்று மட்டும் ஆரப்போக்கில் பிரிவுற்று ஒவ்வொன்றும் இரு சம கூறுகளாக உண்டாகின்றன. இந்த கூறுகள், பிரிவுறாத ஸைலத்தை நோக்கிப் பக்க வாட்டில் நகருகின்றன. பிரிவுறாத ஸைலம் இதற்குள்ளாக தலை கீழாக மாறி தன்னுடைய எக்ஸார்க் நிலையை, எண்டார்க்காக மாற்றிக் கொள்கின்றது. ஃபுளோயம் தொகுப்புகள் பிரிவுறாமல், இரண்டிரண்டாக இணைந்து, கடைசியில் மூன்று கூறுகளைப் பெற்றுள்ள ஒவ்வொரு ஸைலம் தொகுப்புடன் (பிரிவுற்ற இரு கூறுகள்+ பிரிவுறாத ஸைலம்) சேர்ந்து விடுகின்றன. இந்த வகையில், வேர்களிலிருக்கின்ற ஃபுளோயம் தொகுப்புகளின் எண்ணிக்கையை விட, தண்டுகளின் வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் பாதியாகக் குறைக்கப்படுகின்றன. அதாவது, வேர்களில் நான்கு ஃபுளோயம் தொகுப்புகள் இருக்கும்பொழுது, தண்டுகளில் இரு வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகளாகக் குறைக்கப்படுகின்றன (படம் 17.16).




படங்கள் 17.13—17.16 வேர்-தண்டின் வாஸ்குலார்த்திசு அமைப்பு முறையின் நான்கு வகையான இணைப்புகள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும். கீழ்ப் பக்கத்திலிருக்கின்ற வட்டங்கள், வேர்களின் உள்ளமைப்பையும், மேல் பக்கத்திலிருக்கின்ற வட்டங்கள் தண்டுகளின் உள்ளமைப்பையும் முறையே குறிக்கின்றன.

பி.ஃபு. பிரைமரி ஃபுளோயம்; பி.சை. பிரைமரி சைலம்.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட நான்கு வகைகளில் ஏற்படுகின்ற இடை நிலை மாற்றங்களில் காணப்படுகின்ற வெவ்வேறு வகையான நிகழ்ச்சிகளில் ஒவ்வொன்றும், வேர்களுக்கே உரித்தான பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறை மாறி, தண்டுகளுக்கு உரித்தான அமைவு முறை ஏற்படுவதற்கும், வேர்களின் எக்ஸார்க் (exarch) சைலம், தண்டுகளின் எண்டார்க் (endarch) சைலமாக மாற்றுவதற்கும் அவசியமாகின்றது என்பதை நன்கு தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். மேலும், வளர்ச்சியடைந்த ஒரு

வேர்—வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு — தண்டு ஆக்ஸிஸை ஒவ்வொரு நிலையிலும் கீழிருந்து மேல் நோக்கி குறுக்குவெட்டில் பார்க்கும் பொழுது, மேலே கூறப்பட்ட நிகழ்ச்சிகள் ஏற்பட்டிருப்பதாகத் தோன்றலாம். ஆனால், உண்மையில் வளர்ச்சி முறை அடிப் படையில் பார்த்தால், வாஸ்குலார்த் திசுவின் வளர்ச்சி முறை யையும், மாற்றங்களும், அவையவை அமைந்திருக்கின்ற வெவ்வேறு பாகங்களைப் பொருத்து வெவ்வேறு வகையான தோற்றத்தையும், வளர்ச்சி மாற்றங்களையும், அமைவையும் பெற்றிருப்பதினால், மேலே விவரிக்கப்பட்ட நிகழ்ச்சிகளான சமக் கூறுறுதல், சுழலுதல், முறுக்குறுதல், தலைகீழ் மாறுதல், போன்ற நிகழ்ச்சிகளெல்லாம் ஏற்பட்டிருப்பதாகத் தோன்றுகின்றன. சுருங்கக்கூறின் இடை நிலைப் பகுதிகளில் மேற் கூறப்பட்ட நிகழ்ச்சி களின் விளைவாக ஏற்பட்டுக் கொண்டு வருகின்ற ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட நிலையும், அவைகளில் ஏற்பட்ட திசு தோற்ற முறை, வளர்ச்சி மாற்றங்களின் அமைவு, தன்மை போன்றவைகளுக்குத் தக்கவாறு நிகழ்ச்சிகள் அமைந்திருக்கின்றனவே ஒழிய, உண்மையில் பார்க்கப்போனால் வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் உண்டான பிறகு அவைகளில் சமக்கூறுறுதலும், சுழலுதலும், முறுக்குறுதலும், தலை கீழ் மாறுதலும் ஏற்படுகின்றன என்று கூறுவது பொருத்த மற்றதாகத் தோன்றுகிறது.

# 18. பூ (Flower)

**பூவின் பாகங்கள் :** பூக்கள் தாவர இனங்களில் உயர்ந்த நிலையையடைந்திருக்கின்றவைகளின் சிறப்பியல்பாகவும், முக்கியமான உறுப்பாகவும் கருதப்படுகின்றன. பூக்கள் பலவகையான பாகங்களைப் பெற்றிருப்பதோடல்லாமல், பாகுபாட்டியலின் அடிப்படையில், பிரிவுகளுக்கும், குடும்பங்களுக்கும், பேரினங்களுக்கும், சிற்றினங்களுக்கும் தக்கவாறு வெவ்வேறு வகைகளில் வேறுபட்டும், அதே சமயத்தில் அவைகளுக்கே உரிய சிறப்பியல்பாகவும் அமைந்திருக்கின்றதை அறிகின்றோம். இவைகளின் தோற்ற வரலாற்றைப் பற்றியும் இவைகளுக்கும் மற்ற உறுப்புகளுக்கும் குறிப்பாக தண்டு, இலை முதலியவைகளுக்குமுள்ள தொடர்பைக் குறித்தும் பல்வேறு கோட்பாடுகளும், கருத்து வேற்றுமைகளுமிருந்து வருகின்றன. இருந்தபோதிலும், பூக்களை, கொம்புக்கு (**vegetative branch**) ஒப்பிட்டு அதன் மூலமாக ஓரளவிற்கு ஒற்றுமையை காண முடிகின்றது. இந்த அடிப்படையில், ஒவ்வொரு பூவிற்கும் ஆதாரமாக இருக்கின்ற ஒரு ஆக்ஸிஸூம் (**axis**), அதைச் சுற்றி வெவ்வேறு வகைகளிலும், நிலைகளிலும் அமைந்திருக்கின்ற இலை போன்ற பாகங்களும், இந்த வெவ்வேறு வகையான பாகங்களை வெளியிலிருந்து உட்புறமாக நோக்கிக் கவனிக்கும்பொழுது, ஒவ்வொரு வட்டத்திலிருக்கின்ற இலை போன்ற பாகங்கள் வெவ்வேறு அளவில் மாற்றம் அடைந்திருப்பதாகவும் தெரிகின்றது. பரிணும அடிப்படையில், வெளிப்புறத்திலமைந்திருக்கின்ற பாகங்கள் குறைந்த அளவில் பரிணுமப் போக்கில் மாற்றமடைந்தும், உட்புறத்திலமைந்திருக்கின்ற மகரந்தத்தாள்களும், சூலகமும் அதிக அளவில் மாறுபாடுற்றிருப்பதையும் பார்க்கலாம். மாற்றங்களின் அளவிற்குத் தகுந்தவாறு, அவைகளின் தோற்றம் இலையை ஒத்திருக்கின்றது. உதாரணமாக, வெளிப்புறத்திலமைந்திருக்கின்ற பாகங்கள் குறைந்த அளவிற்கு மாற்றமடைந்திருப்பதினுல், அவைகள் பார்ப்பதற்கு இலைகளை வெகுவாக ஒத்திருக்கின்றன. ஆனுல், மகரந்தத்தாள்களும், சூலகமும் அதிக அளவில் பரிணும மாற்றங்களை அடைந்து வந்திருப்பதாகக் கருதப்படுகின்ற அடிப்

படையில், அவைகள் இலைகளின் தோற்றத்திலிருந்து முற்றிலும் வேறுபடுகின்றன. ஆதலால், பூவைக் குறித்து இந்த வகைகளில் சிந்தித்து ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது, அது சில வகை மாற்றங்களுடன் கூடிய இலைகளைப் பெற்றுள்ள ஒரு கொம்பை பிரதிபலிப்பாகக் கருதலாம். இந்த வகைகளில் கருதுவதற்கு வேண்டிய தக்க ஆதாரங்கள் பூக்களின் உள்ளமைப்பைக் குறித்தும் அவைகளின் வாஸ்குலார்த் திசுக்களைக் குறித்தும் ஆராய்ந்த முடிவுகளின் வாயிலாக கிடைக்கின்றன. மேற்கூறிய அடிப்படைக் கருத்து, பின்னால் விவரிக்கப் போகின்ற உண்மைகளைப் புரிந்து கொள்வதற்கு அவசியமாகின்றது.

பொதுப்படையாக ஒரு பூவை ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது, அதில் கீழ்க்காணும் பாகங்கள் ஒன்றன் பின்னொன்றாக உட்புறத்தை நோக்கி அமைந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். மேலும், பூவின் பாகங்களை இரு பிரிவுகளாக பிரிக்கலாம். ஒரு வகையான பாகம், மலடான பாகங்கள் (sterile parts) என்றும், மற்றொரு வகையை இனப்பெருக்கத்தில் நேரிடையாக சம்பந்தப் படுகின்ற பாகங்களென்றும் (reproductive parts) பிரிக்கலாம். மலடான பாகங்கள் (sterile parts) இரு வட்டங்களில் ஒன்றன் பின்னொன்றாக உட்புறம் நோக்கி அமைந்திருக்கின்றன. இவைகளில், பூவின் வெளிப்புறத்திலிருப்பவைகள் (சாதாரணமாக இவைகளின் எண்ணிக்கை 3-லிருந்து 5-வரை இருக்கலாம்) ஒன்று சேர்ந்து புல்லிவட்டம் (calyx) என்ற பெயருடன் அழைக்கப்படுகின்றது. இவைகளில் அடிப்படையான ஒவ்வொரு அலகுக்கும் (unit) புறஇதழ் (sepal) என்று பெயர். இதுபோல் இதை அடுத்திருக்கின்ற வட்டம் அல்லி வட்டம் (corolla) என்றும், அதனுடைய அடிப்படையான ஒவ்வொரு அலகு அகஇதழ் (petal) என்றும் கூறப்படுகின்றது (இவைகளின் எண்ணிக்கையும் 3-லிருந்து 5-வரை சாதாரணமாக இருக்கலாம்). பூவின் அல்லி வட்டமும், புல்லி வட்டமும் ஒன்று சேர்த்து இதழ்வட்டம் (perianth) என்று பொதுப்படையாகக் கூறப்படுகின்றது.

புல்லிவட்டத்தை அடுத்து உட்புறமாக அமைந்திருக்கின்ற இருவட்டங்களும் இனப்பெருக்கத்தில் பங்கெடுத்துக் கொள்கின்ற பாகங்களாகும் (reproductive parts). இவைகளில் புல்லி வட்டத்தைத் தொடர்ந்து உட்புறமாக இருக்கின்ற வட்டத்தில் மகரந்தத்தாள்கள் (stamens) வெவ்வேறு எண்ணிக்கையில் உண்டாகி இருக்கலாம். மகரந்தத்தாள்கள் பல ஒன்று சேர்ந்து ஆண்டிரிஸியம் (androecium) என்று சொல்லப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு மகரந்தத்தாளின் தூணிப்பாகத்தில் மகரந்தத்தை (pollen) உண்டாக்குகின்ற மகரந்தப்பை ஒன்றிருக்கும்.

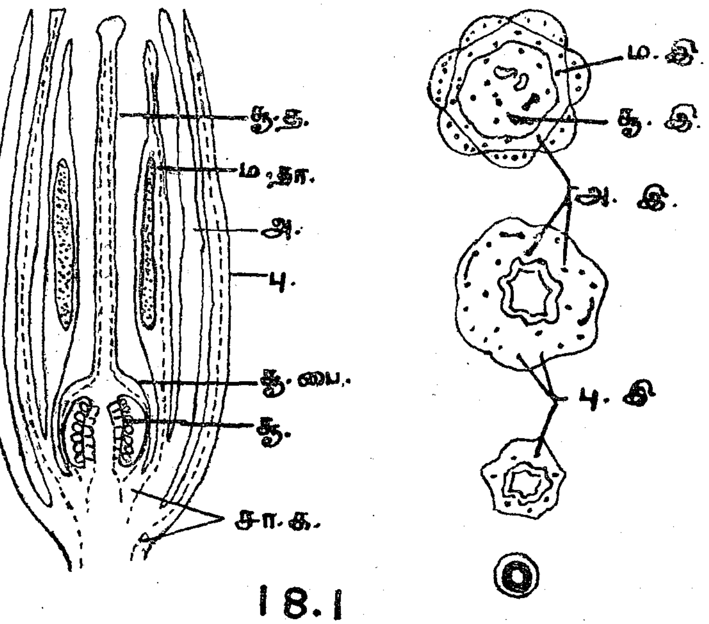
ஆண்டிரிஸியம் வட்டத்தையடுத்தும், பூவின் நடுமையத்திலும் சூலகம் (gynoecium) அமைந்திருக்கின்றது. இதனுடைய அடிப் படையான அலகு, சூலக இலை (carpel) எனப்படும். இது ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சூலக இலைகளினுலுண்டாக்கப் பட்டிருக்கலாம். ஒவ்வொரு இலையும் ஒரு சூல்பையைப் (ovary) பெற்று, ஒவ்வொரு சூல்பையும் சூல்தண்டு (style) சூல்முடியையும் (stigma) பெற்று காணப்படும். சூலக இலையினுலான சூல்பையின் உட்புறத்தில் சூல்கள் (ovules) இருக்கின்றன.

பூவின் வளர்ச்சி முறை (Development of the Flower): வெஜி டேடிவ் நுனிப்பாகம், ரிப்ரொடக்டிவ் நுனி (reproductive apex) ஆக மாறும்பொழுது, முன்னதின் நுனிப்பாகம் ஏற்கனவே இருந்த அகலத்தைவிட அதிகமாக விரிவடைந்து மட்டமாகின்றது. வெஜி டேடிவ் நுனிப்பாகம், இலை ஆதாரங்களை உண்டாக்கிக் கொண்டு மேல் நோக்கி வளர்ந்து கொண்டு வருவதுபோலல்லாமல், ரிப்ரொ டக்டிவ் நுனி (reproductive apex) பூ ஆதாரம் (floral primordium) தோன்றிய பிறகு நுனி பாகத்திலிருக்கின்ற ஆக்குத்திசுவின் பகுதி படிப்படியாக குறைந்துகொண்டு வந்து கடைசியில் முழு வதும் மறைந்து விடுகின்றது. மேலும், ரிப்ரொடக்டிவ் நுனிப் (reproductive apex) பாகத்திற்குக் கீழாக மத்தியிலிருக்கின்ற ஸெல்கள் சிறிது பெரிதாகவும், சாற்றுக்குழிகளைப் (vacuoles) பெற்றும் காணப்படுகின்றன. இப்படிப்பட்ட ஸெல்களைச் சுற்றி மேல் புறமாக, புரோட்டோபிளாஸத்தை அடர்த்தியாக பெற்றி ருக்கின்ற சிறிய ஸெல்களினுலான அடுக்குகள் மூடிக்கொண்டிருக் கின்றன என்பதாக முன்னரே தெரிந்து கொண்டோம்.

இந்த இயல்புகளுடைய ரிப்ரொடக்டிவ் நுனி (reproductive apex) யில் உண்டாகின்ற பூவின் பாகங்கள் நுனி நோக்கி உண்டா கின்றன. இதை நுனி நோக்கு (aeropetal) வளர்ச்சி முறை (order) என்று கூறுகின்றுர்கள். இதனுல், எல்லா பாகங்களையும் விட இளமை நிலையிலுள்ளதும் கடைசியாகத் தோன்றுவதும், நுனிப் பாகத்தை அடுத்து அமைந்திருக்கும்.

வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறை (vascular system): உள்ள மைப்பியல்பின்படி மஞ்சரித் தண்டின் (inflorescence axis or peduncle) அல்லது பூக்காம்பின் (pedicel) அமைப்பு தண்டினு டைய உள்ளமைப்பைப் போன்றிருக்கும். வாஸ்குலார்த் திசு தொடர்ச்சியாகவோ, அல்லது தொடர்ச்சியற்று பல சிறு தொகுப்பு களாகவோ காணப்படும். இந்த பாகங்களில் அமைந்திருக்கின்ற ஸ்டீலின் அகலம் மேலே பூத்தளப் பாகத்தை (receptacle) நோக்கிச்

செல்ல செல்ல குறுகிவிடுகிறது. பூத்தளப் பாகத்தில் காணப்படுகின்ற ஸ்டீலிலிருந்து வெவ்வேறு பூப்பாகங்களின் சம்பந்தப்பட்ட இழுவைகள் (traces) விரிந்து செல்கின்றன. இவ்வாறு இழுவைகளும், அதன் காரணமாக பொந்துகளும் (gaps) உண்டாவதனுல், வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறை மிகவும் சிக்கலான வலை போன்ற தோற்றத்தை அடைகின்றது (படம் 18.1). பூவின் வெவ்வேறு பாகங்களின் இழுவைகள் ஸ்டீலிலிருந்து வட்டப் (whorl) போக்கிலும், அல்லது சுருள் போக்கிலும் (spiral) பிரிந்து செல்கின்றன. இந்த இருவகைப் போக்குகளும், பூவின் பாகங்கள் அமைந்திருக்கின்ற அமைவு முறைகளைப் பொருத்ததாகும். மையத்தில் அமைந்திருக்கின்ற சூலக இலைகளுக்குச் செல்கின்ற இழுவைகளிஞல் பூத்தளத்திலிருக்கின்ற ஸ்டீல் முற்றுப்பெறுகின்றது. வேறு சில வேளைகளில், சூலக இலை இழுவைகளுக்கு மேலாகவும், பூத்தளத்தின் ஸ்டீல் தொடர்ந்து காணப்படுவதுமுண்டு.




18.1

படம் 18.1 இரட்டை விதையிலைத் தரவர பூவின் நீள்வெட்டுத் தோற்றமும், வெவ்வெறு உயரத்தில் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றங்களும். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும். சூ.த. சூல்தண்டு; ம.தா. மகரந்தத்தாள்; அ. அகவிதழ்; பு. புற இதழ்; சூ.பை. சூல்பை; சூ.சூல்; சா.க. வாஸ்குலார் இழுவைகள்; சூ.இ. சூல் இழுவை; ம.இ. மகரந்தத் தாள் இழுவை; அ.இ. அகவிதழ் இழுவை; பு.இ. புறஇதழ் இழுவை.

பூவின் பாகங்களுக்குச் செல்கின்ற இழுவைகளின் எண்ணிக்கை ஒரே இனத்தில் வெவ்வேறு பாகங்களில் வெவ்வேறு எண்ணிக்கையில் காணப்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட இனத்தின் புற இதழில் காணப்படுகின்ற இவைகளின் எண்ணிக்கை அந்த இனத்தின் இலைகளுக்குச் செல்கின்ற இழுவைகளின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக இருக்கும். ஆனால், சாதாரணமாக ஒவ்வொரு அக இதழுக்கும் ஒரு இழுவை செல்கின்றது. சில குடும்பங்களில், இந்த இழுவைகளின் எண்ணிக்கை ஒன்றுக்கு மேற்பட்டு பலவாக இருப்பதுமுண்டு. மகரந்தத்தாள்கள் ஒவ்வொன்றிற்கும் ஒன்றிலிருந்து மூன்று வரை இழுவைகள் உண்டாகி இருக்கலாம். சூலக இலைகளில் ஒவ்வொன்றிற்கும் ஒன்று, மூன்று, ஐந்து அல்லது இதற்கு மேற்பட்ட இழுவைகள் செல்லக்கூடும். மூன்று இழுவைகளைப் பெற்றுள்ள சூலக இலைகள் தான் சாதரணமாகக் காணக்கூடியவைகளாக இருக்கின்றன. இந்த மூன்று இழுவைகளில், மத்தியிலிருக்கின்ற இழுவை மற்றவைகளைவிட, ஸ்டீலின் கீழ்ப்பாகத்திலிருந்து பிரிவுறுகின்றது. மேலும், இதனுடைய தொடர்ச்சி சூலக இலையின் டார்ஸல் இழுவையாக (dorsal bundle or trace) அமைகின்றது. இந்த டார்ஸல் இழுவையை இலையுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் போது, அது இலையினுடைய மைய நரம்புக்கு (mid vein) ஒப்பாக இருக்கின்றது. இந்த டார்ஸல் இழுவையின் (dorsal bundle) இரு பக்கங்களிலுமிருக்கின்ற இழுவைகள், சூலக இலையைப் பொருத்து வரம்பு இழுவைகளாக (marginal traces) அமைகின்றன. இணைச்சூலக இலைச்சூலகத்தின் (syncarpous gynoecium) சூலக இலையில், வரம்பு இழுவைகள் (marginal traces) டார்ஸல் இழுவைக்குப் பக்கவாட்டிலும் அல்லது சூலக இலைகள் மையத்தை நோக்கி மடிந்திருந்தால் டார்ஸல் இழுவைக்கு (dorsal trace) வெண்ட்ரல் (ventral) பகுதியிலும் அமைந்திருக்கும். சூலக இலைகளின் வரம்புகள் (margins) மையத்தை நோக்கி மடிவுறுவதினால் வெண்ட்ரல் தொகுப்புகள் (ventral bundles) இயற்கைக்கு மாறாக, தலைகீழாக (inverted) அமைந்திருக்கக் கூடும். அதாவது இந்த தொகுப்புகளின் ஃபுளோயம் சூல்பையின் அறையை நோக்கி அமைந்தும், சைலம் வெளிப்புறத்தை அதாவது பூத்தளத்தின் மையத்தை நோக்கியும் அமைந்திருக்கின்றன. மூன்றுக்கு மேற்பட்ட இழுவைகளை ஒரு சூலக இலை பெற்றிருக்குமேயானால், அந்த கூடுதலான இழுவைகள், வெண்ட்ரல், டார்ஸல் இழுவைத் தொகுப்புகளுக்கிடையில் அமைந்திருக்கின்றன. இந்த கூடுதலான இழுவைகள், பக்க இழுவைகள் (lateral traces) என்று கூறப்படுகின்றன. சூல்களுக்கு (ovules) செல்கின்ற இழுவைகள், வெண்ட்ரல் சூலக இலைத் தொகுப்புகளில் (ventral carpel bundles) இருந்து நேரிடையாகப் பிரிந்து செல்கின்றன. அல்லது அவை

களின் கிளைகளிலிருந்தும் செல்லலாம். பொதுவாக, சூல் தொகுப்பு கள் (ovular bundles) மெல்லியதாகவும், சூலடி (chalaza) என்ற பகுதி வரையிலும் செல்லலாம். சில வேளைகளில், சூலுறைகளின் உள்ளேயும், இந்த சூல் தொகுப்புகள் (ovular bundles) செல்வ துண்டு.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட பூவில் காணப்படுகின்ற வாஸ்குலார்த் திசு அமைவு முறை, சாதாரணமாக பூவின் பாகங்கள் ஒவ்வொன் றிலும் இணைப்புகள் ஏற்படாத நிலையில் அதாவது பாகங்கள் வெவ்வேருக தனிப்பட்டு இருக்கின்ற நிலைகளிலேற்படுகின்ற அமைவு முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டு கூறப்பட்டதாகும். பாகங்களுக்கிடையே ஒட்டு இணைப்புகள் ஏற்படும் பொழுது, வாஸ் குலார்த் திசு அமைவு முறை மிகவும் சிக்கலான அமைப்பைப் பெறுகின்றன. மேலும், ஒரு பூவில், சூலகம் தாழ்ந்த நிலை யிலிருக்குமேயானுல் (inferior ovary) அப்பொழுது அதனுடைய இழுவைகளின் அமைவு முறை சிக்கலானதாக இருப்பதோ டல்லாமல், வெவ்வேறு வகைகளில் கருத்து வேறுபாடுகளுடன் விவரிக்கப்படக்கூடிய குழப்பமான சூழ் நிலையை ஏற்படுத்தி இருக் கின்றது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். இந்தச் சூழ்நிலை கருத்து வேறு பாடுகளையும், ஆராய்ச்சியாளர்களிடையே பிளவையும் ஏற்படுத்தி யிருக்கின்றது.

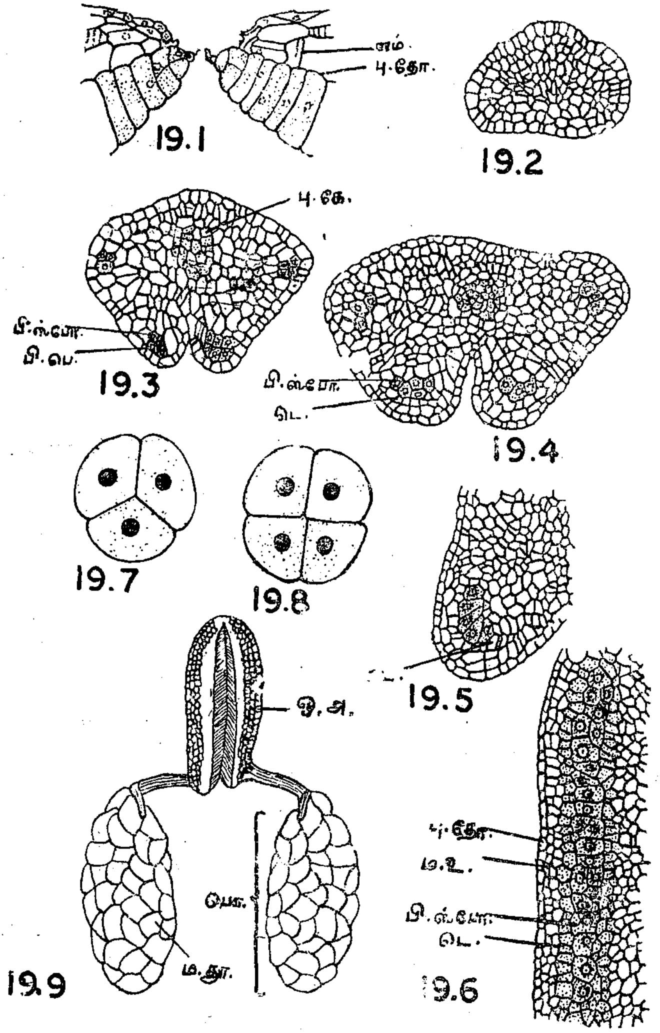
எஞ்சிய வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் (Vestigeal vascular bundles) : எஞ்சிய வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள், பூவின் பாகங்களில் காணப்படுவதை ஆதாரமாக வைத்துக் கொண்டு பூக்களிலிருந்து மறைந்த பாகங்களைக் குறித்து அறிவதற்கும், இன வரலாற்று ஆராய்ச்சிகளிலும், இனங்களுக்கிடையே உள்ள உறவை அறிந்து கொள்வதற்கான முயற்சிகளிலும், சில சிக்கலான பூக்களின் புற அமைப்பியலைக் குறித்து நன்கு தெரிந்து கொள் வதற்கும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. உதாரணமாக, அக இதழ்களற்ற பூத்தளத்தில், அக இதழின் வாஸ்குலார் இழுவைகள், எஞ்சிய நிலையில் காணப்படுகின்ற ஒரு நிலையை அடிப்படையாகக் கொண்டு (உதாரணங்கள் : அரிஸ்தோலோக்கியா (Aristolochia), ராம்னுஸ் (Rhamnus), ஸாலிக்ஸ் (Salix), இந்த இனங்களில் முன்னொரு காலத்தில் அகஇதழ்களிலிருந்ததாக ஊகித்தறிய முடிகின்றது. இந்த பாகங்களில் மறைந்து கொண்டு வருகின்ற அளவிற்கு அவைகளினுடைய இழுவைகளும் குறைந்து கொண்டு வந்து கடைசியில் எஞ்சிய ஒரு நிலையில் பார்க்க முடிகின்றது. வேறுவகையில் கூறப்போனுல், பாகங்களின் சிதைவு அல்லது மறைவுக்குத் தகுந்தபடி வாஸ்குலார் இழுவைகள் சிதைவுறுவதும்

மறைவதும் இயற்கை என்பது அடிப்படைக் கொள்கையாகும். ஆனால், இந்த கொள்கைக்கு மாறாக, சில வேளைகளில் வாஸ்குலார் இழுவைகள் மாற்றங்களடைந்து குறைவுற்ற போதிலும், சில இனங்களில் மட்டும் அவைகள் முழுவதும் மறைந்து விடாமல் எஞ்சிய நிலையில் காணப்படுகின்றன. மேற்கூறப்பட்ட உதாரணங்களைத் தவிர்த்து வேறு பல உதாரணங்களுமுண்டு. விவரித்தால் விரியும் என்பதற்காக, சில உதாரணங்கள் மட்டும் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

# 19. கருவியல் (Embryology)

முன்னுரை: கருவியல் என்பது உயிரியலின் பல பிரிவுகளில் ஒன்ருகும். தாவர இனங்களைப் பற்றி கூறுவதற்கு தாவர கருவியல் (Plant Embryology) என்றும், பிராணிகளைப் பற்றி விவரிக்கும் இயலுக்குப் பிராணி கருவியல் (Animal Embryology) என்றும் பெயர். இலக்கணமும், வரையறையும் கருவியல் என்பதற்கு மிகைப்படுத்திக் கூருமல் சுருங்கக்கூற வேண்டுமாளுல், கருவைப் பற்றி [சில வேளைகளில் அது உண்டாகின்ற முறையையும் சேர்த்துக் கொள்ளப்படுகின்றது] விவரிக்கின்ற இயல் என்று கொள்ளலாம். ஆளுல், இந்த வகை இலக்கணமும், வரையறையும் நடைமுறையில் பார்க்கும்பொழுது, கருவைப் பற்றி தெரிகின்ற உண்மைகளை எல்லாம் ஒன்று சேர்த்து ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது, மேலே கொடுக்கப்பட்ட இலக்கணமும், வரையறையும் குறுகிய அடிப்படையில் இருப்பதோடல்லாமல், கருவை உண்டாக்குவதற்கு ஆதாரமான வேறு பலவகையான உறுப்புக்களையும், பாகங்களையும், நிகழ்ச்சிகளையும் கருவியலில் சேர்க்க வேண்டிய அவசியமும் ஏற்படுகின்றது. உதாரணமாக, கரு உண்டாகின்ற விதம், வளர்ச்சிமுறை முதலியவைகளைக் குறித்து கருவியலில் விவரிக்கப்பட்டிருந்தாலும், அதை உண்டாக்குவதற்கு ஆதாரமூலமாக இருக்கின்ற ஆண்பாலின் உறுப்புக்களின் தோற்றம், வளர்ச்சி முறை முதலியவைகளைக் குறித்தும் தெரிந்து கொள்ள வேண்டிய அவசியமும் ஏற்படுகின்றது. ஆதலால் கருவியலினுடைய இலக்கணத்தையும், வரையறையையும் விரிவுபடுத்தி பெருங்கண்ணேட்டத்துடன் கூறும்பொழுது, கருவியல் என்பது கருவைப் பற்றி மட்டும் கூறுகின்ற இயல் என்று கொள்ளாமல், மேற்கொண்டு, ஆண்பாலின, பெண்பாலினக் கேமிட்டோஃபைட்டுகளைக் (male and female gametophytes) குறித்தும் கூறுகின்ற இயலாகவும் கருதப்பட்டு வருகின்றது.

அரிஸ்டாட்டில் (Atistotle), அவருடைய மாணுக்கரான தியோஃபிராஸ்டஸ் (Theophrastus), பிளினி (Pliny) போன்றவர்களின் காலங்களிலிருந்து, 16-ம் நூற்ருண்டு வரையில் தாவர இனங்களுக்




படம் 19.1 லில்லியும் (Lilium) மகரந்தப்பையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தின் ஒரு பகுதி. வாய் பகுதியும், எண்டோதீஸியமும் காண்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

படங்கள் 19.2—19.6 மகரந்தப்பையின் வளர்ச்சியில் வெவ்வேறு நிலைகள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படம் 19.7 டெட்ரஹெட்ரல் வகை மகரந்தத் தூள்கள் அமைவு.

,, 19.8 ஐஸோபைலேட்டரல் வகை மகரந்தத் தூள்கள் அமைவு.

,, 19.9 அஸ்கிலிபியாஸ் (Asclepias) பொல்லினியா (Pollinia)

எம். எண்டோதீஸியம்; பு.தோ. ஸ்டோமியம் அல்லது வாய்; பு.கே. புரோகேம்பியம்; பி. எஸ்போ. பிரைமரி ஸ்போரோஜீனஸ் செல்கள்; பி.பெ. பிரைமரி பெரைட்டல் ஸெல்கள்; டெ. டெப்பீட்டம்; ம. தூ. மகரந்தத்தூள்; பொ. பொல்லினியா; ம.உ. மத்திய உறை ஸெல்கள்.

குப் பாலினமும் (sexuatity), பாலின உறுப்புக்களும் (sex organs) இருப்பதாகக் கூறப்படவில்லை. மேலும், அந்த காலத்தில், தாவரங்களுக்கு பாலினம் என்று ஒன்று இருப்பதாகக் கூறுவதைப் பொறுத்தமற்றதாகவும், அநாகரிகம் என்றும் கருதி வந்தார்கள். இந்த வகையில், மகரந்தத்தாள்கள் (stamens), சுரக்கும் உறுப்புக்கள் என்றும், மகரந்தத் தூள்களை (pollen grains) கழிவுப் பொருள்கள் என்றும் சிலர் நினைத்தார்கள்.

மைக்ராஸ்கோப் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகுதான், பாலின ஸெல்கள் (sexual cells) இருப்பதாக அறிவிக்கப்பட்டது. 1677-ஆம் ஆண்டு லியூவன்ஹோய்க் (Leeuvenhoeke) என்பவர் முதன் முதலாகப் பிராணிகளின் விந்தில் (semen) விந்து ஸெல்கள் (sperms) இருப்பதாக அறிந்தார். ஆனால், அவர் விந்து ஸெல்கள், விந்து சிதைவு அடைந்ததினால் உண்டானதாகக் கருதினார்.

மகரந்தத்தாள்கள் பூக்களின் ஆண்பாலின உறுப்புகளைக் குறிக்கின்றன என்ற உண்மையை வெளிப்படையாகவும், முதன் முதலாகவும் நெஹிமியா குரு (Nehemiah Grew) என்பவர் 1682-ஆம் ஆண்டு அறிவித்தார். மேலும், மகரந்தத்தூள்கள் சூலக முடியின் (stigma) மேல் படுவதினால்தான் கனிகள் உண்டாகின்றன என்றும் அவர் எடுத்துரைத்தார்.

கனிகள் தோன்றுவதற்கு மகரந்தத்தின் இன்றியமையாத தன்மையைக் குறித்து ஓரளவிற்கு, மறைமுகமாகவும், நேரடியான முறைகளிலும் இதுவரை தெரிந்து வந்தாலும், அது எந்த முறையில் சூலை (ovule) பாதிக்கின்றது என்ற ஆராய்ச்சிலீடுபட்ட இத்தாலிய நாட்டு கணித நிபுணரும், வானயியல் நிபுணருமான கியோவன்னி பாட்டிஸ்டா அமிஸி (Giovanni Battista Amici) என்பவர், 1824-ஆம் ஆண்டு, இதைக் குறித்து ஒரு முக்கியமான உண்மையைக் கண்டுபிடித்தார். அதன்படி, சூல்முடியின் மேல் படிந்த மகரந்தத்தூள், பிளவுபட்டு ஒரு வகையான குழாய் போன்ற அமைப்பை உண்டாக்குகிறது என்ற உண்மை தெரிய வந்தது. இருந்தபோதிலும், இதைத் தொடர்ந்து மேற்கொண்டு ஏற்படுகின்ற நிகழ்ச்சிகளைக் குறித்து அவரால் அறிய முடியவில்லை. ஆனால், இவர் 1830-ஆம் ஆண்டில் மேற்கொண்டு ஆராய்ச்சி செய்ததின் முடிவாக அறிவித்தது என்னவென்றால், சூல் முடியின் மேல்

படிந்த மகரந்தத்தூள் படிப்படியாகக் குழாய் போன்று வளர்ந்தும் நீண்டும் ஒவ்வொரு சூலுக்கும் ஒவ்வொரு குழாய் உண்டாகின்றது என்பதாகும். இதைக் குறித்த ஆராய்ச்சியில் பிரான்ஸ் தேசத்து தாவர இயல் ஆராய்ச்சியாளரான பிராங்னியர்ட் (Brongniart) என்பவரும் 1827-ஆம் ஆண்டு இந்த முடிவை அறிவித்திருக்கின்றார்.

1837-ஆம் ஆண்டு ஸ்கிலெய்டன் (Schleiden) என்பவர் மகரந்தக் குழாய் (pollen tube) உண்டாகின்றதையும், அது எவ்வாறு சூலை வந்தடைந்து மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகின்றது போன்ற உண்மைகளை உறுதிப்படுத்தியதுமல்லாமல், மேற்கொண்டு, கருவின் தோற்றத்தைக் குறித்து, சில உண்மைகளை பல எதிர்ப்புகளுக்கிடையே நிலை நாட்டினார். இவர் கொள்கையின்படி கருப்பையின் (enbryo sac) மெம்பரேனை அகற்றி மகரந்தக் குழாய், கருக்குழியாக (embryonal vesicle) மாறுகின்றது என்றும், பிறகு இந்தக் குழியில் பல செல் பிரிதல்கள் ஏற்பட்டு கரு உண்டாகிறது என்பதாகவும் தெரிய வருகின்றது. மேலும், இதன்படி, கருப்பை என்பது மகரந்தக் குழாய்க்கு உணவு அளித்து, ஒரு சிறு செடியை தோற்றுவிக்கக் கூடிய அமைப்பாகக் கருதப்பட்டது. இதிலிருந்து தெரிவது என்னவென்றால், ஒரு செடியினுடைய கரு மகரந்தக் குழாயின் நுனியில் ஏற்படுகின்றது என்பதாகும். இதனால், செடிகளுக்குப் பாலினத்தன்மை இருப்பதில்லை என்ற உண்மை மறைமுகமாகத் தெரிகின்றது. ஆனால், 1842-ஆம் ஆண்டில் நடந்த இத்தாலிய நாட்டு உயிரியல் ஆராய்ச்சியாளர்களின் கூட்டத்தில், மேலே கூறப்பட்ட ஸ்கிலெய்டனின் கருத்துக்கள் எதிர்க்கப்பட்டும், மறுக்கப்பட்டும், அதற்குப் பதிலாக, கரு என்பது சூலின் ஒரு பாகத்தில் இருந்து உண்டாகிறது என்றும், அது, மகரந்தக் குழாயிலிருக்கின்ற திரவத்தினால் கருத் தரிக்கச் செய்யப்படுகின்றது என்பதாகவும் அறிவிக்கப்பட்டது. கரு என்பது சூலில் ஏற்கனவே உண்டான ஒரு செல்லிலிருந்தும், அது மகரந்தக் குழாயின் திரவத்தினால் கருதரிக்கின்றது என்ற கொள்கைகளுக்கு மேற்கொண்டு அமிஸி (Amici 1847), ஹோஃப்மெய்ஸ்டர் (Hefmeister, 1849) முதலியவர்கள் நடத்திய விரிவான ஆராய்ச்சிகளின் மூலமாகவும், மற்ற நாட்டினர்கள் நடத்திய ஆராய்ச்சிகளின் மூலமாகவும் பெருமளவில் மேற்கொண்டு ஆதரவு கிடைத்தது.

ஹோஃப்மெய்ஸ்டர் (Hofmeister) என்பவர், முதன் முதலாக, மகரந்தத்தூள்கள் எவ்வாறு டெட்ராட் (tetrad) என்று சொல்லப்படுகின்ற நான்கு செல்கள் கொண்ட தொகுப்பாக உண்டாகின்றன என்ற முக்கியமான உண்மையை 1848-ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்தார். இதைத் தொடர்ந்து, ஸ்ட்ராஸ்பர்கர் (Strasburger)

என்பவரும், அவருடைய மாணுக்கரான எல்ஃபிங் (Elfving) என்பவரும் நடத்திய ஆராய்ச்சிகளின் மூலம், ஆண்பாலின கேமிட்டோஃபைட்டைக் குறித்து நாம் இப்பொழுது புரிந்து கொண்டிருக்கின்ற உண்மைகளை (1877, 1879) கண்டறிந்தார்கள். அதாவது, ஒவ்வொரு மகரந்தக் குழாயிலும், மூன்று நூக்ளியஸ்கள் இருப்பதாகவும், அவைகளில் இரண்டு ஆண்பாலின கேமிட்டுகளை யும், ஒன்று வெஜிடேடிவ் நூக்ளியஸையும் குறிப்பதாக விளக்கி யிருக்கின்றார்கள். அவர்கள், மேற்கூறப்பட்ட உண்மைகளை வெளி யிட்டதில் சில தவறுகள் ஏற்பட்டிருந்ததை (அதாவது, மகரந்தக் குழாயில் இருக்கின்ற எல்லா நூக்ளியஸ்களும், கருவுறுதலுக்கு முன் மறைந்து விடுகின்றன) 1884-ஆம் ஆண்டில் திருத்திக் கொண் டார்கள்.

கருப்பையின் (embryo sac) அமைப்பைக் குறித்து நாம் தெரிந்து கொண்டிருக்கின்ற தற்காலத்திய உண்மையை ஓரள விற்கு முன்னரே தெரிவித்த பெருமை ஹோஃப்மெய்ஸ்டர் (Hofmeister, 1847-1861) என்பவரைச் சார்ந்ததாகும். மேற் கொண்டு இது சம்பந்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளில், வாமிங் (Warming), வெஸ்க் (Vesque), ஸ்ட்ராஸ்பர்க்கர் (Strasburger), டிராய்ப் (Treub), கிய்க்நார்ட் (Guignard) போன்றவர்கள் பங்கெடுத்துக் கொண்டு, பல உண்மைகளை எடுத்துக்கூறி இந்த வகையில் முன்னேற்றமடையவும் செய்து வந்திருக்கின்றார்கள்.

மேலும், ஹோஃப்மெய்ஸ்டர் (Hofmeister) என்பவர் முதன் முதலாக 1870-ஆம் ஆண்டு, கரு எவ்வாறு செல் பிரிதல் களின் மூலம் வளர்ச்சியடைந்து உண்டாகின்றது என்பதற்கு அடிக் கல் நாட்டிய பெருமையும் உண்டு.

ஆண்பாலின, பெண்பாலினக் கலப்பைக் குறித்து முதன் முத லாக 1884-ஆம் ஆண்டு ஸ்ட்ராஸ்பர்க்கர் (Strasburger) என்பவர் கண்டறிந்தார். மேலும், அவர் கூறிய மூன்று முக்கியமானதும், அடிப்படையானதுமான உண்மைகள் என்னவென்றால் (1) கருவுறு தல் (fertilization) என்பதில் ஆண்பாலின கேமிட்டினுடைய நூக்ளியஸும் பெண்பாலின கேமிட்டினுடைய நூக்ளியஸும் ஒன்று சேர்ந்து கலப்பு ஏற்படுகின்றது. (2) கேமிட்டுகளின் சைட்டோபிளாஸம் முன்கூறப்பட்ட நிகழ்ச்சியில் பங்கு கொள்வ தில்லை. (3) ஆண்பாலின, முட்டையின் நூக்ளியஸ்கள்தான் இந்த நிகழ்ச்சியில் முறையே பங்கு பெறுகின்ற உண்மையான நூக்ளியஸ்களாகும்.

இரட்டைக் கருவுருதல் (double fertilization) குறித்து நவாஷின் (Nawaschin) என்பவர் 1898-ஆம் ஆண்டு முதன்

முதலாகக் கண்டு பிடித்தார். அதன்படி, மகரந்தக் குழாயிலுண் டாகியிருக்கின்ற இரு கேமிட்டுகளும் கருவுறுதலில் பங்கு கொள்கின்றன என்றும், அதில் ஒன்று கருப்பையிலிருக்கின்ற முட்டையுடன் (egg) கலந்தும், மற்றொன்று இரு துருவ நூக்ளியஸ்களுடன் கலக்கின்ற வகையில் இரட்டைக் கருவுறுதல் உண்டாகின்றது என்பதுமாகும்.

இவ்வாறாகக் கருவியல், கருத்துக்களிலும், கொள்கைகளிலும் பலவித மாற்றங்களைப் படிப்படியாக அடைந்து, படிப்படியாக வளர்ந்து, அடிப்படையான சில உண்மைகள் நிலை நிறுத்தப்பட்ட வரலாறு வியக்கத்தக்கதாகும். இந்த 20-ஆம் நூற்றாண்டிலும் கருவியல் ஆராய்ச்சி குறிப்பிடத்தக்க அளவில் இந்தியா உட்பட பல்வேறு நாடுகளில், தாவர இனங்களின் முழு வளர்ச்சி முறை வரலாற்றை விவரிக்கக்கூடிய அளவிற்கும், முன்னதில் ஏதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி சம்பந்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளும், அல்லது பாகுபாட்டியலில் ஒன்றுக்கொன்று இருக்கின்ற உறவு, இடப் பொருத்தம் முதலியவைகளை அறியக்கூடிய ஆராய்ச்சிகளும், பரிசோதனையின் மூலமும், செயற்கை முறையிலும் இன வர லாற்றைக் குறிக்கோளாகக் கொண்டு நடத்தப்பட்டு வரு கின்றன.

## மகரந்தத்தாள் (The stamen)

**மகரந்தத்தாளின் உள்ளமைப்பு (Internal structure of stamen):** மகரந்தத்தாள் கம்பியின் (staminal filament) புறத்தோலின் மேல் கூட்டிக்கில் (cuticle) ஒரு குறைந்த அளவிற்கு உண்டாகி யிருக்கும். அல்லது அதன் புறத்தோல் பலவகையான கேசங்களைப் (haris) பெற்றிருக்கும். மகரந்தத்தாள் பாரங்கைமாவினால் ஆக்கப் கப்பட்டு, சிறு ஸெல்லிடை வெளிகளுடன் அமைந்திருக்கும். ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் மகரந்தத்தாள்களின் அளவும், புற அமைப்பும் பெருமளவிற்கு வேறுபடுகின்றன. இருந்தபோதிலும், மகரந்தத்தாளின் ஒரு பொதுப்படையான அமைப்பைக் குறித்து கவனிப்போம். ஒவ்வொரு மகரந்தத்தாளும், மகரந்தப்பையைப் (anther) பெற்றிருக்கிறது. ஒவ்வொரு மகரந்தப்பையிலும், நான்கு மகரந்தப்பை அறைகள் (pollen sacs) இருக்கின்றன. இவற்றின் உள்ளமைப்பு மகரந்தப்பையைக் குறுக்கு வெட்டில் பார்க்கும்பொழுது நன்கு புலப்படும் (படம் 19.10). இந்த மகரந்தப்பை அறை ஒவ்வொன்றும், இன வரலாற்று அடிப் படையில், மைக்ராஸ்போராஞ்ஜியம் (microsporangium) என்று கூறப்படுகின்றது. மகரந்தப்பையின் புற அமைப்பைக் குறித்து பார்க்கும்பொழுது, அது நான்கு துண்டு பகுதிகளைப் (lobes) பெற்று

இருக்கின்றது. புற அமைப்பில் காணப்படுகின்ற ஒவ்வொரு துண்டு பகுதிக்கும் நிகராக உட்புறத்தில், ஒரு மைக்ரோஸ்போராஞ்ஜியம் இருக்கின்றது. ஆகவே, மகரந்தப்பையின் ஒரு பக்கத்தில், இரு துண்டு பகுதிகளும் (இரு மைக்ரோஸ்போராஞ்ஜியங்களும்) மற்றொரு பக்கத்தில் இரு துண்டு பகுதிகளும் (இரு மைக்ரோஸ் போராஞ்ஜியங்களும்) அமைந்து (மொத்தத்தில் நான்கு மைக்ரோஸ்போராஞ்ஜியங்கள் உண்டாகின்றன), இவைகளுக்கு நடுவே உண்டாகியிருக்கின்ற பாரங்கைமா திசுவினாலான இணைப்புப் பாகத்தினால் (**connective**) பிரிக்கப்படுகின்றன (படம் 19.10). இந்த இணைப்புப் பாகத்தினூடே ஒரு வாஸ்குலார் இழை (**vascular strand**) செல்கின்றது (படம் 19.10).

வளர்ந்து கொண்டு வருகின்ற ஒரு மகரந்தப்பையின் (படம் 19.2), நான்கு மூலைகளில் நீளப் போக்கிலமைந்திருக்கின்ற புறத் தோலடி அடுக்கின் (**subepidermal layer**) நான்கு ஸெல் பகுதிகளி லிருந்து ஸ்போரோஜீனஸ் திசு (**sporogenous tissue**) உண்டா கின்றது. இந்தப் பகுதிகளில் ஒவ்வொன்றிலும், புறத்தோலடித் தோலில் (**hypodermis**) நீளப்போக்கில் ஒரு வரிசையிலான தோற் றுவிகள் (**row of initials**) உண்டாகின்றன. இந்த தோற்றுவிகளில், பெரிக்கிலைனல் (**periclinal**) ஸெல் பிரிதல்களின் மூலம், இரு ஸெல் அடுக்கு வரிசைகளுண்டாகின்றன (படம் 19.3). இவைகளின் உட் புறத்திலிருக்கின்ற ஸெல் அடுக்கு வரிசை பிரைமரி ஸ்போரோ ஜீனஸ் ஸெல் வரிசை (**primary sporogenous row**) என்று கூறுப் படுகின்றது. இதிலிருந்து மேற்கொண்டு ஏற்படுகின்ற ஸெல் பிரிதலின் மூலம், மகரந்தத் தாய் ஸெல்கள் (**pollen mother cells**) உண்டாகின்றன. பிரைமரி ஸ்போரோஜீனஸ் ஸெல் வரிசைக்கு வெளிப்புறமாக இருக்கின்ற ஸெல் வரிசைக்கு பிரைமரி பெரைட் டல் (**primary parietal**) ஸெல் வரிசை என்று பெயர் (படம் 19.4). இந்த பிரைமரி பெரைட்டல் ஸெல்களிலிருந்து மகரந்தப்பை அறை களைச் சுற்றி, உறை (**wall**) உண்டாவது மட்டுமல்லாமல், டெப் பீட்டம் (**tapetum**) என்று சொல்லப்படுகின்ற திசுவின் பெரும் பகுதியும், பெரிக்கிலைனல், ஆன்டிக்கிலைனல் முறையிலேற்படு கின்ற ஸெல் பிரிதல்களினால் உண்டாகின்றன. டெப்பீட்டம் (படங்கள் 19.5; 19.6) என்ற திசு, மகரந்தத்தாய் ஸெல்களுக்கும், வளர்ந்து வருகின்ற மகரந்தத்தூள்களுக்கும் உணவு அளித்து ஆதரிக்கக்கூடிய திசுவாகச் (**nourishing tissue**) செயல்படுகின்றது. மகரந்தத்தூள்கள் வெளிப்படுவதற்கு முன்பு, தனிப்பட்ட தன்மை களையுடைய பல தடிப்புகள் பெரைட்டல் ஸெல்களில் தோன்று கின்றன. இந்தத் தடிப்பு பார்ப்பதற்கு 'ப' வடிவத்திலும், இந்த வடிவத்தின் திறந்த பகுதி புறத்தோலை நோக்கியும், அமைந்திருக்

கின்றது (படங்கள் 19 12; 19.10). இந்த் தனிப்பட்ட இயல்பைப் பெற்றிருக்கின்ற ஸெல் அடுக்கிற்கு எண்டோதீஸியம் (**endothecium**) என்று பெயர். எண்டோதீஸியத்தின் உதவியால் தான் மகரந்தப்பை அறைகள் திறவுற்று, மகரந்தத்தூள்கள் வெளிப் படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால், இந்த எண்டோதீஸியம் (**endothecium**) அடுக்குத் தொடர்ச்சியாக மகரந்தப்பை அறையைச் சுற்றி அமைந்திருப்பதில்லை. குறிப்பிட்ட பகுதிகளில், அதாவது, மகரந் தப்பை அறைகள் திறவுறுகின்ற பகுதிகளில் மட்டும், எண்டோ தீஸியம் ஸெல்களுண்டாகாமல், சாதாரண மெல்லிய உறைகளினுல் ஆன ஸெல்கள் காணப்படுகின்றன. இந்த மெல்லிய உறைகளினு லாக்கப்பட்டு, பிறகு பிளவுற்று, திறக்கக்கூடிய பகுதிக்கு வாய் (**stomium**) என்று பெயர் (படங்கள் 19.12; 19.10). மகரந்தப்பை வாய்கள், பெரும்பாலும், அதற்குப் பக்கவாட்டிலும், நீளப்போக்கு முழுவதிலும் அமைந்திருக்கின்றன. ஆனால், சில உதாரணங்களில், மகரந்தப்பைகளுக்கு நுனிப் பாகத்திலும் அல்லது பக்க வாட்டின் மேற் பகுதியில் மட்டும் வாய்கள் உண்டாகலாம்.

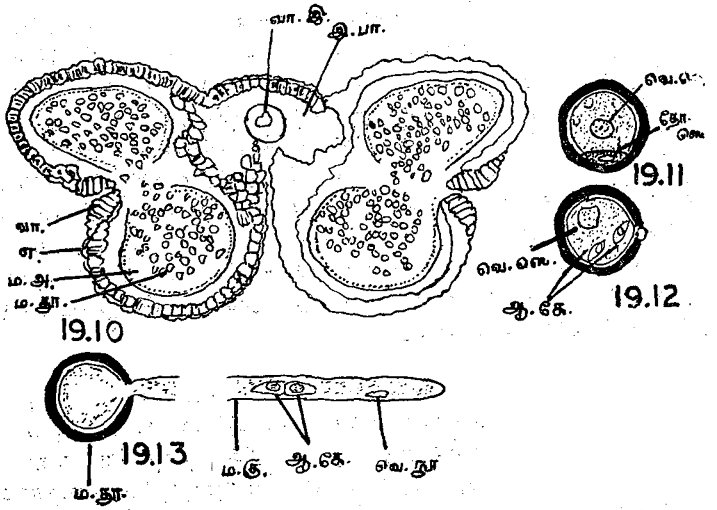
டெப்பீட்டம் வெவ்வேறு முறைகளிலும், மூலங்களில் இருந் தும் உண்டாகலாம். டெப்பீட்டம் ஸெல்கள் ஒவ்வொன்றும் விரிவடைந்து பெரியதாகவும், புரோட்டோப்ளாஸத்தை அடர்த்தி யாகப் பெற்றும், சில வேளைகளில், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நூக்ளி யஸ்களைப் பெற்றும் இருக்கின்ற தனிப்பட்ட ஒரு திசு அடுக்காகும். மேலும், இந்தத் திசுவில் ஒழுங்கற்ற முறையில் மைட்டோஸிஸ் ஏற்படுவதும், நூக்ளியஸ்கள் ஒன்றோடு ஒன்று கலந்து விடுவதும் போன்ற நிகழ்ச்சிகள் ஏற்படுவதுமுண்டு. இருவகையான டெப் பீட்டம் இருக்கின்றன. ஒன்றை சுரக்கும் டெப்பீட்டம் (**glandular or secretory tapetum**) என்றும், மற்றொன்றை அமீபாய்ட் டெப் பீட்டம் (**amoeboid tapetum**) என்றும் அழைக்கிறார்கள். சுரக்கும் டெப்பீட்டத்தின் ஸெல்கள் முதலில் உண்டான அதே பகுதியில் அமைந்து இருந்து, பிறகு சிதைவுற்று, அதனுடைய உள்ளடக்கப் பொருள்கள் கடைசியில் மகரந்தத் தாய் ஸெல்களினுலும் வளர்ந்து கொண்டு வருகின்ற மகரந்தத் தூள்களினுலும் எடுத்துக் கொள்ளப் படுகின்றன. ஆனால், அமீபாய்ட் டெப்பீட்டம் ஸெல்களின் புரோட்டோபிளாஸம், மகரந்தத்தாய் ஸெல்களின் ஊடேயும், வளர்ந்து வருகின்ற மகரந்தத்தூள்களுக்கு இடையேயும் புகுந்து சென்று, ஒன்றோடு ஒன்று இணைந்து கடைசியில் பார்ப்பதற்கு ஒரு விசித்திரமான அமைப்பை உண்டாக்குகின்றது.

மகரந்தத்தூள் வளர்ச்சி முறை (**Pollen grain development or microsporogenesis**) : முற்பகுதியில் பிரைமரி ஸ்போரோஜீனஸ் ஸெல்கள், வளர்ந்து கொண்டு வருகின்ற ஒரு மகரந்தப்பையிலுண்

டாகின்றன என்பதைக் குறித்து தெரிந்து கொண்டோம். இந்த பிரைமரி ஸ்போரோஜீனஸ் ஸெல்கள் ஒவ்வொன்றும் மைட்டோஸிஸ் முறையில் வெவ்வேறு போக்கில் ஸெல் பிரிதல்களுறுகின்றன. இந்த ஸெல் பிரிதல்களினால் உண்டான தோன்றல்களை மகரந்தத்தாய் ஸெல்கள் (pollen mother cells) என்று அழைக்கிறார்கள். இவைகளுக்கு மைக்ரோஸ்போரோஸைட்கள் (microsporocytes) என்ற மறு பெயரும் உண்டு. இப்பொழுது ஒவ்வொரு மகரந்தத்தாய் ஸெல் அல்லது மைக்ரோஸ்போரோஸைட் மெயோடிக் ஸெல் பிரிதலின் மூலம் டெட்ரட் (tetrad) என்று சொல்லப்படுகின்ற நான்கு ஸெல்கள் அல்லது மகரந்தத்தூள்களை உண்டாக்குகின்றன. இந்த மகரந்தத்தூள் ஒவ்வொன்றின் நூக்ளியஸிலும், ஹெப்லாய்ட் எண்ணிக்கையில் குரோமோஸோம்கள் அடங்கியிருக்கும். டெட்ரட்டில் மகரந்தத்தூள்களின் அமைவு இனத்திற்குத் தகுந்தவாறு வெவ்வேறு வகைகளில் அமைந்திருக்கும். சாதாரணமாகக் காணக்கூடிய இருவகையான அமைவுகளில் ஒன்று டெட்ராஹெட்ரல் (tetrahedral) (படம் 19.7) என்றும், மற்றொன்று ஐஸோபைலேட்டிரல் (isobilateral) என்றும் கூறப்படுகின்றன (படம் 19.8).

மகரந்தத் தாய் ஸெல்களில், மெயோடிக் ஸெல் பிரிதல்களைத் தொடர்ந்து ஸெல்லுறைகள் ஏற்படுகின்ற முறையைப் பொருத்து, இருவகைகள் இருக்கின்றன. ஒன்றை அடுத்தடுத்த வகை (successive type) என்றும், மற்றொன்றை உடன் நிகழ்ச்சி வகை (simultaneous type) என்றும் கூறலாம். முதல் வகையில், ஒவ்வொரு நூக்ளியஸ் பிரிதலுக்கும் பிறகு ஸெல்லுறை உடனடியாகத் தோன்றுகின்றது. ஆனால், இரண்டாவது வகையில், நான்கு நூக்ளியஸ்களும் உண்டான பிறகு தான், ஸெல் உறைகள் அவைகளுக்கிடையே ஒரே சமயத்தில் தோன்றுகின்றன. இந்த வகையில் ஸெல்லுறைகள் உண்டாவதற்கு முன்பு, பக்கவாட்டில் சுருக்கம் (constriction) ஏற்பட்டு பிறகு இந்த சுருக்கமுற்ற பகுதிகளிலிருந்து உட்புறம் நோக்கி ஸெல்லுறைகள் உண்டாகின்றன. இந்த இரு வகைகளில், இரண்டாவது வகை பெரும்பாலும் இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களிலும், முதல் வகை பெரும்பாலும் ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களிலும் ஏற்படுகின்றன.

ஒரு குறிப்பிட்ட நிலைக்குப் பிறகு, டெட்ரட் நிலையிலுள்ள மகரந்தத்தூள்கள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று பிரிந்து பெரும்பாலான உதாரணங்களில், ஒவ்வொன்றும் தனிப்பட்ட நிலையில் சுயேச்சையாக, மகரந்தப்பை அறையில் அமைந்து காணப்படு




படம் 19.10 வெடிக்குந்தறுவாயில் உள்ள மகரந்தப்பையின் குறுக்குவெட்டு. விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.
படங்கள் 19.11 & 19.12 மகரந்தத்தூள்கள்.
,, 19.11 இரண்டு செல்கள் கொண்ட மகரந்தத்தூள்.
,, 19.12 மூன்று செல்கள் கொண்ட மகரந்தத்தூள்.
,, 19.13 மகரந்தத்தூளும், மகரந்தக்குழாயும். இரண்டு ஆண்பாலின கேமிட்களைக் காணவும்.

வா.இ. வாஸ்குலார் இழை; இ.பா. இணைப்புப் பகுதி; வா. வாய்; எ. எண்டோதீஸியம்; ம.அ. மகரந்தப்பை அறை; ம.தூ. மகரந்தத்தூள்; வெ.செ. வெஜிடேடிவ் செல்; தோ.செ. தோற்றுவிக்கும் செல்; ஆ.கே. ஆண்பாலின கேமிட்கள்; ம.கு. மகரந்தக் குழாய்.

கின்றன. ஆனால், அஸ்கிலிபியடேஸி (**Asclepiadaceae**), ஓர்க்கிடேஸி (**Orchidaceae**) போன்ற குடும்பங்களில் மகரந்தத்தூள்கள் ஒன்று சேர்ந்து திரளாக (**mass**) உண்டாகின்ற முறை அவைகளுக்கே உரித்தான சிறப்பியல்பாக ஏற்பட்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம் (படம் 19.9).

மகரந்தத்தூள்களை ஒவ்வொன்றாக வேறுபடுத்தி பிரிக்கக் கூடியதும் முதன் முதலில் உண்டானதுமான செல்லுறை காலோஸ் (**callose**) என்ற பொருளினாலும், பெக்டிக் (**pectic**) பொருள்களினாலும் உண்டானவைகளாகும்.

ஒரு இளமை நிலையிலுள்ள மகரந்தத்தூள் உட்புறத்தே ஒரு பெரிய சாற்றுக்குழியைப் (**vacuole**) பெற்றிருக்கின்றது. ஆனால், நாளடைவில், மகரந்தத்தூள் முதிர்ச்சியடைந்து கொண்டு வரும்

பொழுது, நூக்ளியஸின் அளவு விரிவடைந்தும், சைட்டோ பிளாஸத்தின் அளவு அதிகரித்து அடர்த்தியாகவும் ஏற்படுகின்ற காரணத்தினுல், இளமை நிலையில் பெரிதாக இருந்த சாற்றுக்குழி சிதைவடைகின்றது. இந்த வகை மாற்றங்களெல்லாம், மகரந்தத் தூளின் வளர்ச்சி முறையிலேற்படுகின்ற நிகழ்ச்சிகளையும் முறையை யும் தெளிவாகக் குறிப்பிடுகின்றன. மேலும், முதிர்ச்சியடைந்த மகரந்தத்தூள்கள் அதிக அளவில் தரசப் பொருள்களையும், அல்லது சில உதாரணங்களில் காணப்படுவது போல், கொழுப்பு அல்லது கொழுப்பு சம்பந்தப்பட்ட பொருள்களையும் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த வகையான பொருள்களை, மகரந்தத்தூள்கள் டெப்பீட்டத்தி லிருந்து எடுத்துக் கொள்கின்றன.

**ஆண்பாலினக் கேமிட்டோஃபைட் (Male gametophyte):** ஒரு முழு வளர்ச்சியுற்ற ஆண்பாலினக் கேமிட்டோஃபைட் மூன்று செல்களைப் பெற்றிருக்கின்றது. இந்த நிலை எவ்வாறு ஏற்படு கின்றது என்பது குறித்து இப்பொழுது தெரிந்து கொள்வோம். மகரந்தத்தூளில் (இதற்கு இன வரலாற்றினடிப்படையில், மைக்ரோஸ்போர் என்ற பெயரும் உண்டு) ஹெப்லாய்ட் (haploid) எண்ணிக்கையில் குரோமோஸோம்களைப் பெற்றுள்ள நூக்ளியஸ், முதல் மைட்டோடிக் பிரிதலேற்படுவதற்கு முன்பு, பக்க உறையை அடுத்து அமைகின்றது. பிறகு, முதல் மைட் டோஸிஸ் பிரிதலேற்பட்டு, இரு செல்களுண்டாகின்றன. இவை களில், ஒன்று வெஜிடேட்டிவ் (vegetative) செல் என்றும், மற்றொன்று தோற்றுவிக்கும் செல் (generative cell) என்றும் கூறப்படுகின்றன (படம் 19.11). இவைகள் செல்கள் என்று நடை முறையில் பொதுவாகக் கூறப்பட்ட போதிலும், இவைகளுக்கு செல்களுக்குரித்தான செல் உறைகள் கிடையாது. இந்த இரு செல்களும் உண்டான சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு, தோற்றுவிக்கும் செல், வெஜிடேட்டிவ் செல்லின் சைட்டோபிளாஸத்தால் சூழப் படுகின்றது. தோற்றுவிக்கும் செல் முட்டை அல்லது லென்ஸ் போன்ற வடிவத்தில் (lens shaped) காணப்படுகின்றது (படம் 19.11). மகரந்தத்தூள்கள், இந்த வகை உள்ளமைப்பைப் பெற் றுள்ள நிலையில் மகரந்தப்பைகளிலிருந்து வெளிப்படுகின்றன. ஆனுல், பெரும்பாலான இனங்களில் தோற்றுவிக்கும் செல் ஒரு முறை பிரிந்து, அதிலிருந்து உண்டான இரு ஆண்பால் கேமீட்டுகளை (male gametes) பெற்ற நிலையில் மகரந்தத்தூள் மகரந்தப்பையி லிருந்து வெளிப்படுகின்றன (படம் 19.12). வேறு சில இனங்களில், தோற்றுவிக்கும் செல், மகரந்தக்குழாயைச் சென்றடைந்த பிறகு தான் பிரிதலையடைந்து இரு ஆண்பாலின கேமீட்டுகளை உண்டாக்கு கின்றது (படம் 19.13). இரு ஆண்பாலின கேமீட்டுகள், ஒரு செய

லற்ற (passively) முறையில், மகரந்தக்குழாயின் சைட்டோ பிளாஸ ஓட்டத்தின் மூலம் செல்கின்றன என்று கடந்த காலத்தில் நம்பப்பட்டு வந்தது. ஆனல், சமீபகாலத்து கண்டுபிடிப்பின்படி, இந்த கேமீட்டுகள் தனிப்பட்டு சுயேச்சையாகவும், சைட்டோ பிளாஸத்தின் ஓட்டத்துடன் சம்பந்தப்படாத நிலையிலும் செல் கின்றன என்று கூறப்படுகின்றது. இதுபோல, வெஜிடேட்டிவ் ஸெல் [இதற்கு மகரந்தக்குழாய் நூக்ளியஸ் (pollen tube nucleus) என்று மறு பெயரும் உண்டு] ஓரளவிற்கு மகரந்தக்குழாய் சூற்பையில் (ovary) நுழைவதைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது என்ப தாக நம்பப்பட்டு வந்தது. இருந்தபோதிலும், இந்தக் கருத்து விவாதத்திற்குரியதாகும். சில செடியினங்களில், இந்த வெஜி டேடிவ் ஸெல் உண்டான உடனேயே மறைந்து விடுவதுண்டு. அல்லது, சிறிது காலம் வரை நிலைத்திருப்பதுமுண்டு. எப்படியிருந்த போதிலும், மகரந்தக்குழாயில் இது ஆண்பாலின கேமிட்டுகளைக் கடந்து முன்னதாகச் செல்வதில்லை.

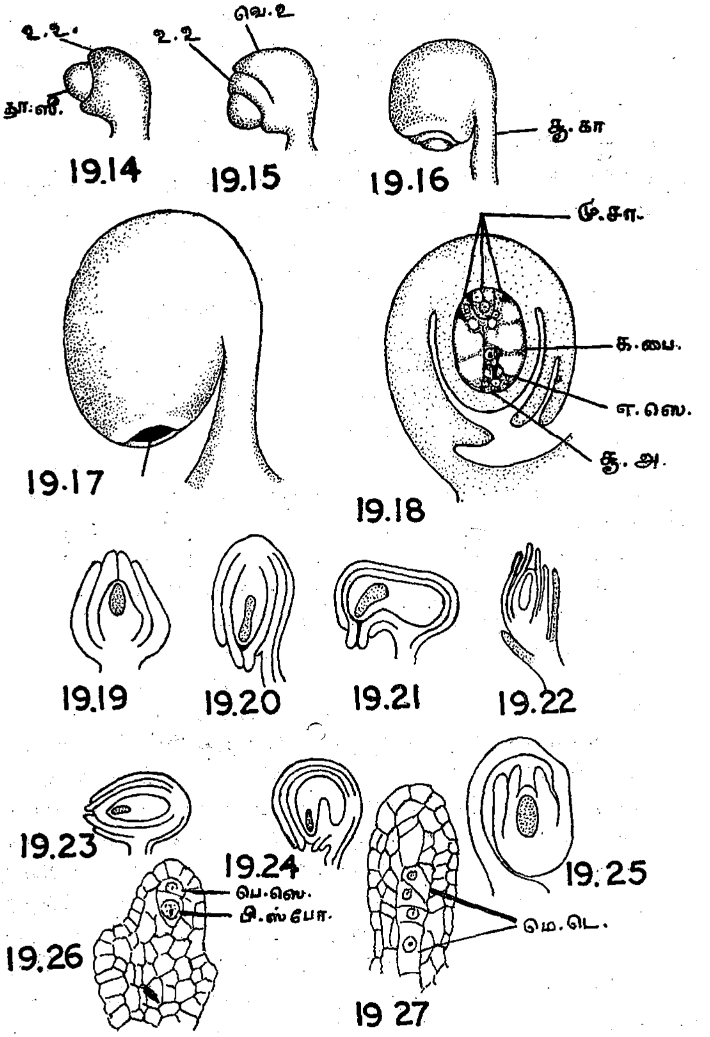
சூல் (The Ovule): *(படங்கள் 19.14 - 19.17).* சூல் உண்டா கின்ற முறையைக் குறித்து ஆராய்வதற்கு முன்பு, அதனுடைய பாகங்களைக் குறித்து தெரிந்து கொள்வோம். சூல், நூஸெல்லுஸ் (nucellus) என்ற திசுவினுலாக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இதைச் சுற்றி, ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட உறைகள் சூழ்ந்திருக்கின்றன. இவற்றிற்கு சூல் உறைகள் (integuments) என்று பெயர் (படம் 19.18). ஒவ்வொரு சூலும் சூல் காம்பினுல் (funiculus), சூல் ஒட்டுடன் (placenta) இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. தனிப்பட்டிருக் கின்ற சூலின் நுனிப் பாகத்தில், சூலுறைகளினுல் மூடப்படாத இடைவெளி இருக்கின்றது. இந்த பாகத்திற்கு மைக்ரோபைல் (micropyle) என்று பெயர். சூலுறைகள் சூல் காம்புடன் இணைந்திருக்கின்ற பகுதிக்கு, சூலடி (chalaza) என்று பெயர். இன வரலாற்று அடிப்படையில், சூல் மெகாஸ்போராஞ்ஜியம் (megasporangium) என்று அழைக்கப்படுகின்றது.

சூல்கள் சூற்பையிலிருக்கின்ற சூல் ஒட்டு (placenta) என்ற ஒரு தனிப்பட்ட திசுவிலிருந்துண்டாகின்றன. சூல் மூலம் அல்லது ஆதாரம் (primordium), சூல் ஒட்டின் உட்புறம் இருக்கின்ற ஸெல் கள் பெரிக்கிலேனல் முறையில் ஸெல் பிரிதல்கள் அடைவதினுல் உண்டாகிறது. இதன் விளைவாக, சூல் மூலம் நுனி மழுங்கிய குவிந்த (conical) அமைப்பாக முதன் முதலில் தோன்றுகின்றது. இவ்வாறு தோன்றிய அமைப்பில், நூஸெல்லுஸின் ஆதாரத்தில் (nucellus primordium) (படம் 19.14), ஒரு ஸெல் மற்ற ஸெல்களை விட பெரியதாகவும், பெரிய நூக்ளியஸை உடையதாகவும், அடர்த்

தியான சைட்டோபிளாஸத்தைப் பெற்றும், தனிப்பட்ட செல்லாக உண்டாகின்றது. இது பிரைமரி ஸ்போரோஜீனஸ் செல் (primary sporogenous cell) என்று கூறப்படுகின்றது. உள் சூலுறை (inner integument), சூலின் புரோட்டோடெர்மிலிருந்து பெரிக்கிலைனல் பிரிதல்கள் மூலம் உண்டாகின்றது (படம் 19.14). இந்த சூலுறை தோன்றுகின்ற தொடக்க நிலையைக் கவனிக்கும் பொழுது, அது வளையம் போன்ற தடிப்புற்ற அமைப்பாக உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இந்த வளையம் போன்று தடிப்புற்ற நிலையுண்டான பிறகு, இது மேற்கொண்டு நூஸெல்லுஸின் நுனிப் பாகத்தை நோக்கி வளர்ந்து, கடைசியில், (மைக்ரோபைலுண்டாகின்ற நடுப்பகுதியைத் தவிர்த்து) மற்ற பகுதிகளிலெல்லாம் நூஸெல்லுஸைச் சூழ்ந்து விடுகின்றது. சூல்களுக்கு வெளி உறை (outer integuement) இருக்குமானால், நில், இதுவும் உள்ளுறை போன்று தோன்றுகிறது (படம் 19.15). ஆனால், உள் சூலுறை உண்டான பகுதிக்கு சிறிது கீழ்ப்புறமாக முதன் முதலில் தோன்றுகின்றது. இது மேற்கொண்டு வளருகின்ற முறை, உள் சூலுறையினுடைய வளர்ச்சி முறையை ஒத்திருக்கின்றது. சூலுறைகளின் எண்ணிக்கை, தாவர இனங்களின் பிரிவைப் பொருத்து வெவ்வேருக உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். உதாரணமாக, இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் பெரும்பாலானவைகளிலும், ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களிலும், சூல்களுக்கு இரு சூலுறைகள் இருக்கின்றன. ஆனால், இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களின் ஒரு பிரிவான கேமோபெத்தாலி (Gramopetalae) என்பதில், சூல்களுக்கு ஒரு சூலுறையும், வேறு சில இனங்களில், சூலுறைகளுண்டாகாமலும், இன்னும் சில இனங்கள் அல்லது குடும்பங்களில், இரண்டுக்கும் மேற்பட்ட சூலுறைகளும் உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம் (அன்னோனேஸி (Annonaceae).

சூல்களில் இருக்கின்ற நூஸெல்லுஸ் மெல்லியதாகவும், அதாவது, ஒன்று அல்லது இரண்டு செல் அடுக்குகளினுலான தாகவும் இருக்கலாம்; அல்லது, பல செல் அடுக்குகளால் ஆன தாகவும் இருக்கலாம். இது போன்று சூலுறைகளின் தடிப்புத் தன்மை வெவ்வேறு அளவினதாக இருக்கக்கூடும்.

சூல்களின் எல்லாப் பாகங்களின் மேற்பரப்பு கூட்டிக்கிலினுல் (cuticle) மூடப்பட்டிருக்கின்றது. முதிர்ச்சியடைந்த பலவகையான சூல் வகைகளை (படங்கள் 19.19 - 19.25) இருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம்.




படங்கள் 19.14—19.17 சூலின் வளர்ச்சியில் வெவ்வேறு நிலைகள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

,, 19.18 சூலின் நெடுக்குவெட்டுத் தோற்றம். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

படங்கள் 19.19—19.25 முதிர்ந்த சூல்களின் வெவ்வேறு அமைவு முறை.

படங்கள் 19.26—19.27 மெகாஸ்போரோஜெனிஸிஸ்-இரு நிலைகள்.

,, 19.26 பிரைமரி ஸ்போராஜீனஸ் செல் நிலை.

,, 19.27 டெட்ரட் நிலை.

உ.உ. உள் உறை; நு.ஸீ. நூஸெல்லுஸ்; வெ.உ. வெளி உறை; சூ.கா. சூல் காம்பு மு.சா. முட்டைச் சாதனம்; க.பை. கருப்பை; எ.செ. எதிரடி செல்கள்; சூ.அ. சூலடி; பெ.ஸெ. பெரைட்டல் ஸெல்; பி.எஸ்போ. பிரைமரி ஸ்போராஜீனஸ் ஸெல்; மெ.டெ. மெகாஸ்போர் டெட்ரட்.

மெகாஸ்போரோஜெனிஸிஸ் (Megasporogenesis): பெரும்பாலும், ஒவ்வொரு சூலிலும், நூஸெல்லுஸிலிருந்து ஒரு மெகாஸ்போர் தாய் ஸெல் (megaspore mother cell) தோன்றுகின்றது. ஸ்போரோஜீனஸ் ஸெல் நூஸெல்லிஸின் புறத் தோலடி ஸெல்லிலிருந்து (hypodermal cell) நேரடியாக உண்டாகின்றது (படம் 19. 26). இந்த ஸ்போரோஜீனஸ் ஸெல்லை மற்றைய ஸெல்களிலிருந்து அதனுடைய அளவு, நூக்ளியஸின் அளவு, ஸைட்டோபிளாஸத்தின் அடர்த்தியான தன்மை முதலியவைகளைப் பொருத்து பிரித்தறிய முடியும். இந்த புறத்தோலடி ஸெல் (hypodermal cell) பெரிக்கிளைனல் முறையில் பிரிந்து இரு ஸெல்களை உண்டாக்குகின்றது. இவைகளில் ஒன்றை பெரைட்டல் ஸெல் (parietal cell) என்றும், மற்றொன்றை, பிரைமரி ஸ்போரோஜீனஸ் ஸெல் (primary sporogenous cell) என்றும் கூறலாம். பெரைட்டல் ஸெல் சிறியதாகவும், வெளிப்புறத்தை நோக்கியும், பிரைமரி ஸ்போரோஜீனஸ் ஸெல் பெரியதாகவும், உட்புறத்தை நோக்கியும் உண்டாகின்றன. பிரைமரி ஸ்போரோஜீனஸ் ஸெல் மெகாஸ்போர்தாய் ஸெல்லை (megaspore mother cell) உண்டாக்குகின்றது. அதே சமயத்தில், பெரைட்டல் ஸெல் வெவ்வேறு போக்கில் ஸெல்பிரிதல்களையடைந்து பல பெரைட்டல் ஸெல்கள் தோன்றுகின்றன. இவ்வாறு வெளிப்புறத்தை நோக்கி பல பெரைட்டல் ஸெல்கள் உண்டாவதின் விளைவாக, மெகாஸ்போர் தாய் ஸெல், மேன்மேலும் உள்நோக்கி நூஸெல்லுஸில் தள்ளப்படுகின்றது. பிறகு, மெகாஸ்போர் தாய் ஸெல் மெயோஸிஸ் பிரிவை அடைகின்றது. இதன் மூலமாக, நான்கு மெகாஸ்போர்கள் உண்டாகி, அவைகள் ஒவ்வொன்றும் மற்றொன்றிலிருந்து ஸெல் உறைகளினால் பிரிக்கப்படுகின்றன (படம் 19.27). மேலும், இந்த நான்கு மெகாஸ்போர்களும், ஒரே வரிசையில் அமைந்து, அவைகளில் மைக்ரோபைல் பாகத்தை அடுத்துண்டாகி இருக்கின்ற மூன்று மெகாஸ்போர்கள் சிதைவை அடைகின்றன. கடைசியில் ஒன்று மட்டும் மேற்கொண்டு விரிவடைந்து, நிலைத்து நின்று பெண்பாலின கேமிட்டோஃபைட்டை (female gametophyte) உண்டாக்குகின்றது.

பெண்பாலினக் கேமிட்டோஃபைட் (Female Gametophyte): மெகாஸ்போர் மேற்கொண்டு விரிவடைகின்றது. இதில், மூன்று தடவைகளில் மைட்டோஸிஸ் பிரிதல்கள் அடுத்தடுத்து ஏற்படு

கின்றன. இப்படி ஏற்படுகின்ற பிரிதல்கள் மூலம், கருப்பை (embryo sac) உண்டாகின்றது. இந்த கருப்பையைத்தான் பெண் பாலினக் கேமிட்டோஃபைட் என்று அழைக்கிறார்கள். இந்த கருப் பையில் எட்டு நூக்ளியஸ்கள் (மூன்று முறை மைட்டோஸிஸ் ஏற்பட்டதின் விளைவாக) அடங்கியிருக்கின்றன (படம் 19.18). இந்த முறையிலுண்டாகின்ற பெண் பாலினக் கேமிட்டோஃபைட் பொதுவானதாகக் கருதப்பட்டு, இதிலிருந்து மாறுபட்ட வளர்ச்சி முறையிலுண்டாகின்ற வகைகள், கீழ்க்காணும் அடிப்படை இயல்புகளின் மூலம் பாகுபடுத்தப்பட்டுள்ளன. அவைகளாவன: (1) கருப்பையை உண்டாக்குவதில் பங்கெடுத்துக் கொள்கின்ற மெகாஸ்போர்களின் எண்ணிக்கை (2) மெகாஸ்போரும், கேமிட் டோஃபைட்டும் உண்டாகின்றபொழுது ஏற்படுகின்ற பிரிதல் களின் மொத்த எண்ணிக்கை (3) முதிர்ச்சியடைந்த கருப்பையி லிருக்கின்ற நூக்ளியஸ்களின் எண்ணிக்கை, அவைகளின் அமைவு, குரோமோஸோம் எண்ணிக்கை முதலியவைகள் மேற் கூறப்பட்ட இயல்புகளின் அடிப்படையில், பாகுபாடு செய்யப்பட்ட சில வகை கருப்பைகளைக் குறித்து இப்பொழுது தெரிந்து கொள்வோம்.

## மோனோஸ்போரிக் கருப்பை (Monosporic embryo sac) (படம் 19.18).

போலிகோனும் வகை (Polygonum Type): இந்த வகையில், நான்கு மெகாஸ்போர்கள் உண்டாகி, அவைகளில் ஒன்று மட்டும், அதாவது, மைக்ரோபைலிலிருந்து அப்பாற்பட்டு சிறிது தூரத்தி லமைந்திருக்கிற மெகாஸ்போர் மட்டும் மேற்கொண்டு பிரிதல்களை யடைந்து (மூன்று தடவை அடுத்தடுத்து ஏற்படுகின்ற மைட்டோ ஸிஸ் மூலம்) கருப்பை உண்டாகின்றது. மெகாஸ்போர் விரி வடைந்து, அதனுடைய நூக்ளியஸ் பிரிந்து இரு நூக்ளியஸ்களை உண்டாக்குகின்றது. இந்த இரு நூக்ளியஸ்களில் ஒன்று ஸெல்லின் மைக்ரோபைல் துருவத்தை (pole) நோக்கியும், மற்றொன்று சூலடி (chalaza) துருவத்தை நோக்கியும் சென்றமைகின்றன. பிறகு, ஒவ்வொரு நூக்ளியஸும், அடுத்தடுத்து இரு முறைகளில் பிரி கின்றது. ஆகவே, ஒவ்வொரு துருவத்திலும், நான்கு நூக்ளியஸ் களாக மொத்தத்தில் இந்தக் கருப்பையில் எட்டு நூக்ளியஸ்கள் உண்டாகியிருக்கின்றன. மைக்ரோபைல் துருவத்திலிருக்கின்ற நான்கு நூக்ளியஸ்களில், மூன்று ஸெல்லுறைகள் அற்ற ஸெல் களாக ஒன்று சேர்ந்து முட்டை சாதனம் (egg apparatus) உண்டா கின்றது. இந்த மூன்று ஸெல்களில் நடுவிலிருப்பது பெண்பாலினக் கேமீட் (female gamete), அல்லது முட்டை ஸெல் (egg cell) என்று கூறப்படுகின்றது. இந்த இரு பக்கத்தில் உள்ள இரு ஸெல்களுக்கு

ஸினர்ஜிட்கள் (synergids) என்று பெயர். இதுபோல், சூலடித் துருவத்தில் உண்டான நான்கு செல்களில் மூன்று ஒன்று சேர்ந்து செல்லுறைகளற்ற எதிரடி செல்கள் என்று கூறப்படுகின்றன. நான்காவது செல்லாக, ஒவ்வொரு துருவத்திலுமிருந்து ஒரு செல் கருப்பையின் நடுமையத்தை வந்தடைகின்றன. பிறகு, இவைகள் இரண்டும் ஒன்று சேர்ந்து கலந்து, டிப்லாய்ட் நூக்ளியஸாக மாறு கின்றது. இதற்கு செகண்டரி நூக்ளியஸ் (secondary nucleus) என்று பெயர். இந்த வகைக் கருப்பை பெரும்பாலான தாவர இனங்களில் காணப்படுகின்றது. இந்த வகையில் உண்டாகின்ற கருப்பையை ஸ்ட்ராஸ்பர்க்கர் என்பவர் 1879-ஆம் ஆண்டில் முதன் முதலாக விவரித்தார்.

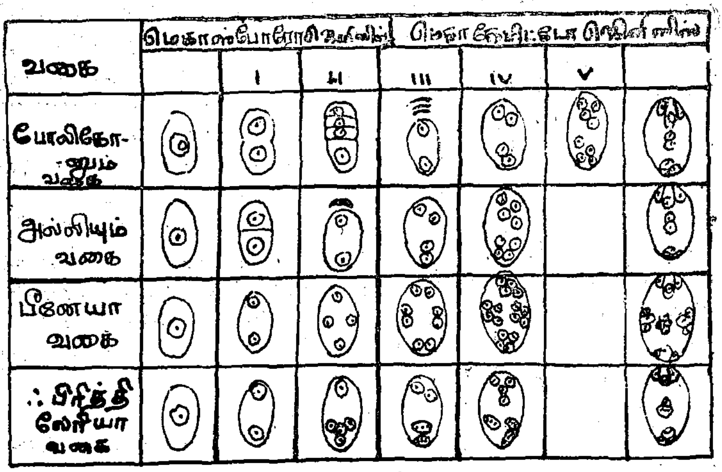
## பைஸ்போரிக் கருப்பை (Bisporic Embryo sac) (படம் 19.29):

**அல்லியும் வகை** (Allium type) இந்த வகையில், ஸ்போரோ ஜீனஸ் செல் (sporogenous cell) முதல் மெயோஸிஸ் பிரிதல் மூலம், டயட் (Dyad) என்ற இரு செல்களை உண்டாக்குகின்றது. இந்த இரு செல்களில் ஏதாவதொன்று, அதாவது, சூலடியை நோக்கியிருக்கின்ற செல்லாவது [அல்லியும் (Allium)], அல்லது, மைக்ரோபைலை அடுத்திருக்கின்ற செல்லாவது [ஸ்கில்லா (Scicla)] மேற்கொண்டு பிரிந்து கருப்பையை உண்டாக்குகின்றது. இந்த வகையில் ஏதாவதொரு செல், பிரிந்து இரு மெகாஸ்போர் நூக்ளி யஸ்களை உண்டாக்குகின்றது. இந்த இரு நூக்ளியஸ்களிலும் மேற் கொண்டு ஏற்படுகின்ற இரு செல் பிரிதல்களின் மூலம், எட்டு நூக்ளியஸ்களுண்டாகின்றன. மேற்கொண்டு ஏற்படுகின்ற நிகழ்ச்சி களுக்கு போலிகோனும் வகையைப் பார்க்கவும். **அல்லியும் வகை** யும் (Allium type) 1879-ஆம் ஆண்டில், ஸ்ட்ராஸ்பர்க்கரினுல் முதன் முறையாக விவரிக்கப் பட்டதாகும்.

## டெட்ராஸ்போரிக் கருப்பை (Tetrasporic embryo sac)

**(அ) ஃபிரித்தில்லேரியா வகை** (Fritillaria type) (படம் 19.29): இந்த வகையில், மெயோஸிஸ் பிரிதலின் மூலம் ஏற்பட்ட நான்கு செல்களில், மூன்று சூலடித் துருவத்தை நோக்கி அடைகின்றன. நான்காவது செல் மைக்ரோபைல் துருவத்தை அடுத்து அமைந்து இருக்கின்றது. மைக்ரோபைல் துருவத்திலிருக்கின்ற நூக்ளியஸ், எப்பொழுதும் போல், ஒரு தடவை பிரிவுற்று, இரு நூக்ளியஸ்கள் தோன்றுகின்றன. ஆனுல், அதே சமயத்தில், சூலடித் துருவத்தில மைந்திருக்கின்ற மூன்று நூக்ளியஸ்களும் முதலில் ஒன்று சேர்ந்து, கலந்து, டிரிப்லாய்ட் நூக்ளியஸாக (triploid nucleus) மாறி, பிறகு பிரிந்து, இரண்டு நூக்ளியஸ்களுண்டாகின்றன. இந்த நிலையில்

கருப்பையைக் கூர்ந்து கவனிக்கும் பொழுது, நான்கு நூக்ளியஸ்களை அடைந்துள்ள நிலை ஏற்பட்டிருப்பது மட்டுமல்லாமல், அவைகளில் மைக்ரோபைல் துருவம் இரு ஹெப்லாய்ட் நூக்ளியஸ்களையும், சூலடித் துருவம் இரு டிரிப்லாய்ட் நூக்ளியஸ்களையும் பெற்றிருப்பதைப் பார்க்கலாம். கடைசியாக, ஒவ்வொரு துருவத்தின் நூக்ளியஸ்களில் ஏற்படுகின்ற மூன்றுவது பிரிதலின் மூலம், மைக்ரோபைல் துருவத்தில் நான்கு ஹெப்லாய்ட் நூக்ளியஸ்களும், சூலடித் துருவத்தில் நான்கு டிரிப்லாய்ட் நூக்ளியஸ்களும் உண்டாகின்றன. மைக்ரோபைல் துருவத்தில் மூன்று ஹெப்லாய்ட் செல்களைக் கொண்ட முட்டைச் சாதனமும், சூலடித்துருவத்தில் மூன்று டிரிப்லாய்ட் செல்களடங்கிய எதிரடி செல்களும், கருப்பையின் நடுமையத்தில், டெட்ராப்ளாய்ட் செகண்டரி நூக்ளியஸும் (tetraploid secondary nucleus) முறையே அமைந்திருக்கின்ற கருப்பை




19.28

படம் 19.28 கருப்பை வளர்ச்சியின் வகைகள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

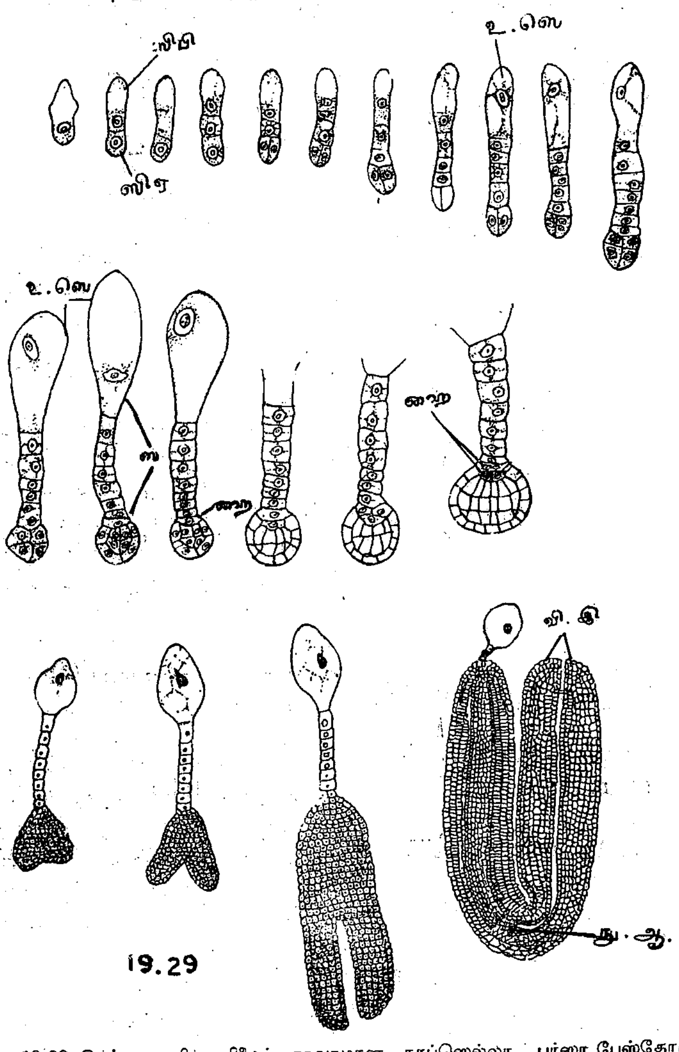
உண்டாகின்றது. மைக்ரோபைல் துருவத்திலிந்து பிரிந்து சென்ற ஒரு ஹெப்ளாய்ட் நூக்ளியஸும், சூலடி துருவத்திலிருந்து பிரிந்து சென்ற ஒரு டிரிப்லாய்ட் நூக்ளியஸும் ஒன்று சேர்ந்து கலப்பதினுல், டெட்ராப்ளாயட் செகண்டரி நூக்ளியஸ் உண்டாகின்றது.

(ஆ) பீனேயா வகை (Penaea type) (படம் 19.29) : இந்த வகையில், மெயோஸிஸ் பிரிதலின் மூலம், நான்கு மெகாஸ்போர்கள் உண்டாகின்றன. அவைகளில், ஒன்று மெகாஸ்போர் மைக்

ரோபைல் துருவத்தையடுத்தும், மற்றொன்று, சூலடி துருவத்தை அடுத்தும், மீதி இரண்டும், பக்கவாட்டிலும் முறையே அமை கின்றன. பிறகு, இந்த ஒவ்வொரு மெகாஸ்போரிலும், இரு தடவை கள் மைட்டோஸிஸ் பிரிதல்கள் அடுத்தடுத்தேற்படுகின்றதினால், மொத்தத்தில் 16 நூக்ளியஸ்கள் உண்டாகின்றன. இந்த 16 நூக் ளியஸ்களும் ஒரு குறிப்பிட்ட சிறப்பான முறையில், அதாவது, ஒவ்வொரு தொகுப்பிலும் நான்கு நூக்ளியஸ்களைக் கொண்டு, நான்கு தொகுப்புகளாக அமைகின்றன. இந்த நான்கு தொகுப்பு களில், ஒன்று மைக்ரோபைல் துருவத்திலும், மற்றொன்று சூலடித் துருவத்திலும், மீதி இரண்டு தொகுப்புகள் பக்கத்திற்கொன்றாக இரு பக்கங்களிலும் அமைந்து காணப்படுகின்றன. நான்கு நூக்ளி யஸ்களடங்கிய தொகுப்புகளில் ஒவ்வொன்றிலும், மூன்று நூக்ளி யஸ்களுக்கு மட்டும் செல்லுறைகள் ஏற்பட்டு செல்களாக தோன் றுகின்றன. ஒவ்வொன்றிலும், நான்காவது நூக்ளியஸ் மட்டும் தனிப்பட்டு சுயேச்சையாக நடுமையத்தில் வந்து அமைகின்றது. ஆகவே, இந்த நிலையில் கருப்பையைப் பார்க்கும்பொழுது, நான்கு டிரையட்களும் (triads), நடுமையத்தில் நான்கு நூக்ளியஸ்களும் ஒன்று சேர்ந்து அமைந்திருக்கின்ற ஒரு அமைப்பைக் காண முடி கின்றது. இந்த நான்கு டிரையட்களையும் பார்க்கும்பொழுது, ஒவ் வொன்றும், மைக்ரோபைல் துருவத்தில் காணப்படுகின்ற முட்டை சாதனத்தை தோற்றத்தில் ஒத்திருந்தபோதிலும், உண்மையில் மைக்ரோபைல் துருவத்திலிருக்கின்ற டிரையட் மட்டும்தான் முட்டை சாதனமாக செயல்படுகின்றது என்பது குறிப்பிடத்தக்க தொரு உண்மையாகும். இந்த விசித்திரமான கருப்பை உண்டா கின்ற முறையை 1909-ஆம் ஆண்டில் ஸ்டீபன்ஸ் (Stephens) என்பவர் முதன் முதலாக விவரித்தார்.

கருவுறுதல் (Fertilization) மகரந்தத்தூள் முளைத்து சூல்முடி யில் (stigma) மகரந்தக்குழாயை (pollen tube) உண்டாக்கு கின்றது. இந்த மகரந்தக்குழாய், இரு ஆண்பாலினக் கேமீட்டு களைப் (male gametes) பெற்றிருக்கின்றது. மகரந்தக்குழாய், சூல கத்தண்டு (style) வழியாகச் சென்று, கடைசியில் சூலை (ovzule) வந்து அடைகின்றது. பெரும்பாலான செடிகளில், மகரந்தக்குழாய் மைக்ரோபைல் வழியாக சூலை அடைகின்றது. இந்த வகை நுழை வுக்கு போரோகேமி (porogamy) என்று பெயர். சில உதாரணங் களில் மட்டும், சூலடி வழியாகவும் நுழைவதுண்டு. இதற்கு சலா ஸோகேமி (chalazogamy) என்று பெயர். எப்படியிருந்தபோதிலும், மகரந்தக்குழாய் சூலை அடைந்த பிறகு கருப்பையினுள், ஸினர்ஜிட் களுக்கும், முட்டை செல்லுக்கும் இடையே புகுகின்றது. பிறகு, மகரந்தக் குழாயின் நுனிப்பாகம் வெடித்து, இரு ஆண்பாலினக்

கேமீட்டுகள் (சில வேளைகளில், வெஜிட்டேட்டிவ் செல்லும்) வெளிப்பட்டு ஒரு கேமீட் முட்டை செல்லுடனும், மற்றொன்று கருப்பையின் நடுப் பாகத்திலிருக்கின்ற செகண்டரி நூர்க்ளியஸ-




19.29

,, 19.29 இரட்டை விதையிலைத் தாவரமான காப்செல்லா புர்ஸா-பேஸ்தோரிஸ் (Copsella bursa-pastoris) கருவின் வெவ்வேறு வளர்ச்சி நிலைகள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

உ.செ. உறிஞ்சு செல்; ஸ. ஸஸ்பென்ஸார்; ஹை. ஹைப்போஃபைஸிஸ்; வி.இ. விதை இலை; நு.ஆ. தண்டு நுனி ஆக்குத்திசு.

டனும் முறையே கலக்கின்றன. இந்த நிகழ்ச்சிக்கு இரட்டைக் கருவுருதல் (double fertitization) என்று பெயர். முட்டை செல்லும், ஒரு ஆண் பாலினக் கேமீட்டும் ஒன்று சேர்ந்து கலப்பதினுல், சைகோட் (zygote) உண்டாகின்றது. இதுபோல், மற்ருெரு கேமீட், செகண்டரி நூக்ளியஸுடன் கலப்பதினுல், எண்டோஸ்பர்ம் (endosperm) உண்டாகின்றது. சைகோட் மேற்கொண்டு வளர்ச்சியுற்று கரு (embryo) உண்டாகின்றது.

**எண்டோஸ்பர்ம் உண்டாகும் முறை (Endosperm development)** எண்டோஸ்பர்ம் என்பது கருப்பையிலமைந்திருக்கின்ற ஒரு சேமிப்புத் திசுவாக இருந்து, கருவிற்கும், பிறகு கருவில் இருந்து உண்டாகின்ற நாற்றுக்கும் (seedling) உணவுப் பொருளைக் கொடுத்துதவுகின்றது.

ஒரு ஆண் பாலின கேமீட்டிற்கும், செகண்டரி நூக்ளியஸுக்கும் ஏற்பட்ட கலப்பிற்குப் பிறகு உண்டான எண்டோஸ்பர்ம் நூக்ளியஸ், மைட்டோஸிஸ் பிரிதலின் மூலம், எண்டோஸ்பர்ம் உண்டாகின்றது. எண்டோஸ்பர்ம் பெரும்பாலும், சைகோட் வளர்ச்சியடைவதற்கு முன்னதாகவே உண்டாகி விடுகின்றது. மேற் கொண்டு ஏற்படுகின்ற எண்டோஸ்பர்மின் வளர்ச்சி முறை வெவ்வேறு தாவர பிரிவுகளில் வெவ்வேறு முறையில் ஏற்படுகின்றது. அந்த முறைகளில் முக்கியமான இருவகையைக் குறித்து மட்டும் இப்பொழுது தெரிந்து கொள்வோம்.

**நூக்ளியார் எண்டோஸ்பர்ம் (Nuelear Endosperm):** இந்த வகையில், முதலிலேற்படுகின்ற பிரிதல்களில் எல்லாம், தொடர்ந்து செல்லுறைகளுண்டாவதில்லை. இவ்வாறு உண்டான பல நூக்ளியஸ்கள் கருப்பையின் பக்கவாட்டை சென்றடைகின்றன. அதே சமயத்தில், கருப்பையின் மத்திய பாகத்தில் ஒரு பெரிய சாற்றுக் குழி உண்டாகின்றது. இந்த நூக்ளியஸ்களெல்லாம், கருப்பையின் சைட்டோபிளாஸத்தில், சுயேச்சையாக, ஒவ்வொன்றும் தனிப்பட்டு அமைந்திருக்கின்றன. இந்த நிலை இப்படியே தொடர்ந்து இருந்து விடுவதுமுண்டு. அல்லது, சில வேளைகளில், கருப்பையின் குறிப்பிட்ட பாகங்களில் இருக்கின்ற சில நூக்ளியஸ்கள் மட்டும் பிறகு செல்லுறைகளைப் பெறுகின்றன. ஒரு சில சமயங்களில், சில நூக்ளியஸ்கள் மற்றவைகளைவிட விரைவாக பிரிதல்கள் அடைவதின் மூலம், அங்கங்கே, நூக்ளியஸ்களடங்கிய "முடிச்சுகள்" (nodules) உண்டாகவும் கூடும்.

**செல்லுலார் எண்டோஸ்பர்ம் (Cellular Endosperm):** இந்த வகை எண்டோஸ்பர்ம் உண்டாகும்பொழுது, முதன்முதலில் எண்

டோஸ்பர்ம் நூக்ளியஸில் ஏற்படுகின்ற பிரிதலைத் தொடர்ந்து, குறுக்காக ஒரு செல்லுறை ஏற்படுகின்றது. சில வேளைகளில், இந்த செல்லுறை சாய்வாகவும், உயரப்போக்கிலும் ஏற்படுவதுண்டு. பிறகு ஏற்படுகின்ற பிரிதல்கள் முதன் முதலாக உண்டான பிரிதலுக்கு இணைப்போக்கில் உண்டாகின்றன. ஆனால், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு திசு வளர்ச்சியேற்பட்ட பிறகு, பிரிதல்களும், செல்லுறைகளும் வெவ்வேறு போக்கில் உண்டாகின்றன. இதனால், கண்டசியில் இந்தத் திசுவைப் பார்க்கும்பொழுது, அது வெவ்வேறு போக்கிலமைந்திருக்கின்ற செல்கள் அடங்கிய திசுவாகக் காணப்படும். இந்த வகை எண்டோஸ்பர்ம் உண்டாகின்ற முறையில் குறிப்பாகத் தெரிந்து கொள்ளவேண்டியது என்னவென்றால், ஒவ்வொரு பிரிதலையும் தொடர்ந்து ஒரு செல்லுறை உடனுக்குடன் உண்டாவதாகும்.

**கரு வளர்ச்சி முறை (Development of Embryo):** ஏற்கனவே குறிப்பிட்டபடி, சைகோட்டிலிருந்து கரு உண்டாகின்றது. சைகோட்டில் முதன் முதலாக ஏற்படுகின்ற பிரிதலின் போக்கு, எப்பொழுதும் குறுக்காகவே ஏற்படுகின்றது. இதனால், இரு செல்கள் உண்டாகின்றன. மைக்ரோபைலுக்கடுத்திருக்கின்ற செல் (c b) அல்லது 'அடிசெல்' (basal cell) என்றும், மற்றொன்று (சிஏ c a) அல்லது நுனிசெல் (terminal cell) என்றும் கூறப்படுகின்றன. மேற்கொண்டு ஏற்படுகின்ற வளர்ச்சி முறையில், நுனிசெல், குறுக்காகவோ அல்லது உயரப்போக்கிலோ ; பிரிகின்றது. அடிசெல் பெரும்பாலும் குறுக்காகவே பிரிகின்றது. சில வேளைகளில், இந்த அடிசெல்பிரிவுறாமல், மேற்கொண்டு விரிவடைந்து பார்ப்பதற்கு ஒரு பை போன்று (sac like) உண்டாகின்றது. தொடக்கத்திலேற்படுகின்றமேலே கூறப்பட்ட நிகழ்ச்சிகளெல்லாம் ஏறக்குறைய எல்லா தாவர இனங்களுக்கும் பொதுவானதாகும். மேற்கொண்டு, இரு விதையிலைத் தாவர இனத்திலும், ஒரு விதையிலைத் தாவர இனத்திலும், கரு எப்படி உண்டாகின்றது என்பதைக் குறித்து கவனிப்போம். இருவிதையிலைத் தாவர இனத்திற்கு அம்மானியானை (Ammania) உதாரணமாக வைத்துக் கொண்டு ஆராய்வோம்.

## இரு விதையிலைத் தாவரத்தின் கரு வளர்ச்சி முறை (Development of the Dicotyledonous Embryo) (படம் 19.29).

**குருஸிஃபர் வகை (Crucifer type) :** இரு விதையிலைத் தாவர இனங்களில் காணப்படுகின்ற கருவின் வளர்ச்சி முறைகளைக் கவனிக்கும்பொழுது, அதில் தெரிய வருகின்ற பலவகைகளில்,

குருஸிஃபர் வகை என்பதும் ஒன்ருகும். இந்த வகைக் கரு வளர்ச்சி முறையை அம்மானியாவிலும் (Ammannia), காப்ஸெல்லா புர்ஸா-பேஸ்தோரிஸிலும் (Capsella bursa-pastoris), ஒனுகிரேஸி (Onagraceae) குடும்பத்திலும் காணலாம்.

ஸைகோட்டில் முதன் முதலாக, குறுக்கில் ஒரு பிரிதல் ஏற்பட்டு மேலே கூறியபடி இரு ஸெல்கள் ['ஸிஏ' என்ற நுனி ஸெல்லும் (ca), ஸிபி என்ற அடி ஸெல்லும் (cb)] உண்டாகின்றன. இவ்வாறு உண்டான அடி ஸெல்லில் (cb) மறுபடியும் ஒரு முறை குறுக்கில் ஸெல் பிரிதலேற்படுவதினுல் இப்பொழுது மூன்று ஸெல்களடங்கிய வரிசை உண்டாகின்றது. அம்மானியாபேக்ஸிஃபரா (Ammannia baccifera) காப்ஸெல்லா புர்ஸா-பேஸ்தோரிஸ் (Capsella bursa-pastoris) ஆகியவற்றில் மூன்று ஸெல் நிலையில் நுனி ஸெல்லில் (ca) மட்டும் உயரப்போக்கில் ஒரு பிரிதலுண்டாகிறது. இதைத் தொடர்ந்து மறுபடியும் உயரப்போக்கில் ஒரு முறை புதிதாகத் தோன்றிய இரு நுனி ஸெல்களிலும் பிரிதல் ஏற்படுகின்றது. ஆனுல், இந்தத் தடவை ஏற்படுகின்ற பிரிதல், இதற்கு முன்னேற்பட்ட உயரப்போக்குப் பிரிதலுக்கு நேர்க்கோணத்திலுண்டாகின்றது. இந்த தொகுப்பிற்கு குவாட்ரண்ட் (quadrant) என்று பெயர். இந்த குவாட்ரண்டில் உள்ள நான்கு ஸெல்களும் குறுக்கில் பிரிகின்றன. இதனுல் இப்பொழுது எட்டு ஸெல்களடங்கிய ஆக்டண்ட் (octant) என்ற தொகுப்புண்டாகிறது. இந்த ஆக்டண்ட் தொகுப்பில் உள்ள எட்டு ஸெல்களில் நான்கு ஸெல்கள் ஒரு அடுக்காகவும், மற்ற நான்கு ஸெல்கள் மற்ருெரு அடுக்காகவும் அமைந்திருக்கின்றன. இதன் பிறகு பெரிக்கிலேனல் முறையில் பிரிதல்களடைவதினுல், வெளிப்புறமாக புரோட்டோடர்ம் ஸெல்லும் (protodermal cell), உட்புறத்தில் ஒரு ஸெல்லுமாக தோன்றுகின்றன. இந்த நிலையில், ஆக்டண்ட்டில் உள்ள ஒவ்வொரு ஸெல்லும் இவ்வாருக பெரிக்கிலேனல் முறையில் பிரிதலே அடைவதினுல், மொத்தத்தில் 16 ஸெல்கள் உண்டாகி வெளிப்பாகத்தில் அவைகளில் 8 புரோட்டோடெர்ம் ஸெல்களாகவும், மற்றைய 8 ஸெல்கள் உட்புற ஸெல்களாகவும் உண்டாகின்றன. புரோட்டோடெர்ம் ஸெல்களில் தொடர்ந்து மேற்கொண்டு ஏற்படுகின்ற ஏனைய ஸெல் பிரிதல்கள் எல்லாம் ஆன்டிக்கிலேனல் முறையில் உண்டாகின்றன. ஆதார ஆக்குத்திசுவும், (ground meristem), விதையிலைக் கீழ்த்தண்டு (hepocotyl), விதையிலைகள் (cotyledons) முதலியவைகளில் புரோக்கேம்பியமும் (procambium), உட்புற எட்டு ஸெல்களில் மேற்கொண்டு ஏற்படுகின்ற ஸெல் பிரிதல்களினுலும், வளர்ச்சி மாற்றங்களினுலுமுண்டாகின்றன.

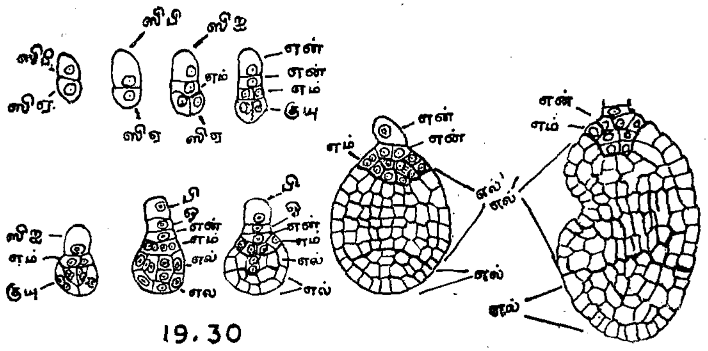
மேற்கூறப்பட்ட வகையில், கரு வளர்ச்சி அடைந்து கொண்டு வரும்பொழுது, இதனுடன் சேர்ந்து அடி செல் பிரிதலினுல் முதன் முதலில் உண்டான இரு செல்களும் மேற்கொண்டு பிரிதலுற்று ஸஸ்பென்ஸார் (suspensor) என்று சொல்லப்படுகின்ற 6-10 செல்கள் அடங்கிய வரிசை ஒன்று தோன்றுகின்றது. இந்த ஸஸ்பென்ஸார் செல் வரிசையில், மைக்ரோபைலை அடுத்திருக்கின்ற மேல்புற செல் விரிவடைந்து, பெரிதாகி, பை போன்று (sac like) மாறுகின்றது. இந்த செல் உறிஞ்சு செல்லாக (haustorial cell) செயல்படுகின்றது. அதே சமயத்தில், கருவை அடுத்து மேற்புறம் நோக்கி அமைந்திருக்கின்ற செல்லுக்கு ஹைப்போஃபைஸிஸ் (hypophysis) என்று பெயர். இந்த ஹைப்போஃபைஸிஸ் கருவின் ஒரு பக்கமாக பிறகு ஏற்படுகின்றது. ஹைப்போஃபைஸிஸ் செல், உயரப் போக்கிலும், குறுக்கிலும் செல் பிரிதல்களை அடைந்து, நான்கு செல்கள் கொண்ட இரு அடுக்குகளை உண்டாக்குகின்றது. வேர் நுனி மூடியும் (root cap), புரோட்டோடெர்மும், ஸஸ்பென்ஸார் செல் வரிசையை அடுத்திருக்கின்ற மேலடுக்கு நான்கு செல்களில் ஏற்படுகின்ற செல் பிரிதல்களின் மூலமும் உண்டாகின்றன. அதே சமயத்தில், கீழ்புற அடுக்கிலிருக்கின்ற செல்கள் பிரிதலுற்று முளை வேரின் (radicle) புறணிப் பாகத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இதற்கிடையில், கருவின் செல்களில் குறிப்பாக விதையிலைகள் (cotyledons) உண்டாகின்ற பகுதிகளில், மேன்மேலும் செல் பிரிதல்கள் தொடர்ந்து ஏற்படுகின்றன. இந்த நிலையில் கருவைப் பார்க்கும்பொழுது (உயரப் போக்கில்), அது இருதய வடிவத்துடன் இருப்பதைப் பார்க்கலாம்: பிறகு மேலும் ஏற்படுகின்ற செல் பிரிதல்களின் மூலம், விதையிலைகளும், விதையிலைக் கீழ்த்தண்டு பாகமும் நீள்கின்றன.

இந்த வகைக் கரு வளர்ச்சி முறையை முதன் முதலாக, ஹான்ஸ்டெயின் (Hanstein), என்பவர், 1870-ஆம் ஆண்டில் காப்ஸெல்லா புர்ஸா-பேஸ்தோரிஸ் Capsella bursa pastoris) என்ற செடியில் கண்டுபிடித்து விவரித்திருக்கின்றார் என்பது குறிப்பிடத்தக்க தொன்றாகும்.

**ஒரு விதையிலைத் தாவர இனத்தின் கரு வளர்ச்சி முறை (Development of Moncotyledonous Embryo)** (படம் 19.30). ஸைகோட்டிலேற்படுகின்ற முதல் செல் பிரிதலைப் பொருத்து' இருவிதையிலை, ஒரு விதையிலைத் தாவர இனங்களுக்கிடையே வேறுபாடு கிடையாது. ஆனல், இதற்குப்பின் ஏற்படுகின்ற செல் பிரிதல்களின் மூலம் உண்டாகின்ற வளர்ச்சி நிலைகளில், இவைகளுக்கிடையே முக்கிய வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. ஒரு விதை

யிலைத் தாவர இனத்தின் கரு வளர்ச்சி முறையைப்பற்றி தெரிந்து கொள்வதற்கு எளியதொரு முறையைப் பெற்றிருக்கின்ற லூஸுலா பார்ஸ்திரி (Luzula Forsteri) என்பதை உதாரணமாக வைத்துக் கொண்டு இப்பொழுது தெரிந்து கொள்வோம்.

ஸைகோட்டிலேற்படுகின்ற முதல் குறுக்கு செல் பிரிதலின் மூலம், ஸிஏ (ca) என்ற நுனி செல்லும், ஸிபி (cb) என்ற அடி செல்லும் உண்டாகின்றன. இந்த இரு செல்களில் ஸிஏ (ca) என்ற நுனி செல் உயரப் போக்கில் பிரிகின்றது. இதனாலுண்டாகின்ற இரு செல்களும் அடுத்தடுத்து பக்கவாட்டில் அமைகின்றன.




படம் 19.30 லூஸிலா பார்ஸ்திரி (Luzula forsteri) என்ற ஒற்றை விதையிலைத் தாவரத்தின் கரு வளர்ச்சியில் வெவ்வேறு நிலைகள். விளக்கத்திற்கு உரையைப் பார்க்கவும்.

இதன் பிறகு ஸிபி (cb) என்ற அடிசெல் குறுக்கில் பிரிந்து, ஸிஐ (ci) என்ற செல்லும், எம் (m) என்ற செல்லும் உண்டாகின்றன. இதையடுத்த நிலையில், ஸிஏ (ca) என்ற இரு செல்கள் மறுபடியும் உயரப்போக்கில், ஆனால், முன்னேற்பட்ட பிரிதலுக்கு நேர்க் கோணத்தில் பிரிந்து நான்கு செல்களடங்கிய குவாட்ரண்டை (Quadrant) உண்டாக்குகின்றது. இந்த குவாட்ரண்டை குயு (Q) என்று குறிப்பிடலாம்; இப்பொழுது எம் (m) செல்லும் உயரப் போக்கில் பிரிந்து, அடுத்தடுத்து பக்கவாட்டில் இரு செல்களைப் பெற்று காணப்படுகின்றன. ஸிஐ (ci) என்ற செல்லும் குறுக்கு போக்கில் பிரிதலுற்ற என் (n) என்ற செல்லும் என்$^1$ ($n^1$) என்ற செல்லும் உண்டாகின்றன. குவாட்ரண்டில் மேற்கொண்டு ஏற்படுகின்ற செல் பிரிதல்களின் மூலம், இது எல் (l), எல்$^1$ ($l^1$) என்ற இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப் படுகின்றன. இவைகளிரண்டில், கீழ்ப் பகுதியிலிருக்கின்ற எல் (l) என்ற பகுதி விதையிலையின் கீழ்ப்பாகத்

திணையும், எல்[1] ($l^1$) என்ற பகுதி விதையிலையின் மேற்பாகத்தினை யும், விதை இலைக் கீழ்த்தண்டையும் (**hypocotyl**), விதை முளைத் தண்டையும் (**plumule**) முறையே உண்டாக்குகின்றன. மீதியிருக் கின்ற அடுக்குகளில், எம் (**m**) என்ற அடுக்கு புரோட்டோடெர்மை யும், வேர் நுனி மூடியின் ஒரு பாகத்தையும், என் (**n**) என்ற அடுக்கு வேர் நுனி மூடியின் மீதி பாகத்தையும், என்[1] ($n^1$) குட்டையான ஸஸ் பென்ஸ்ஸாரையும் முறையே தோற்றுவிக்கின்றன. குறிப்பாக, இந்த இனத்தில் காணப்படுகின்ற சிறப்பான இயல்பு என்ன வென்றால், மற்ற ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களில் ஆக்டண்ட் நிலை ஏற்பட்ட பிறகுதான் புரோட்டோடெர்ம் உண்டாகின்றது என்ற நிலைக்குமாறாக, முன்னதாகவே குவாட்ரண்ட் நிலையிலேயே புரோட்டோடெர்ம் தோன்றுவதாகும்.

# கலைச் சொற்கள்.

| | |
|---|---|
| Abaxial | அபாக்ஸியல் |
| Abaxial surface | அபாக்ஸியல் பரப்பு |
| Abscission zone | உதிரவிக்கும் மண்டலம் |
| Absorption | உறிஞ்சுதல் |
| Accessory or Supernumerary Cambium | உதவி அல்லது அதிகப்படியான கேம்பியம் |
| Acetyl Choline | அஸட்டில் கோலைன் |
| Achromatic figure | அக்ரோமாட்டிக் உருவம் |
| Acropetal | நுனி நோக்கி |
| Actinostele | ஆக்டினோஸ்டீல் |
| Adaptations | தகஅமைவு |
| Adaxial | அடாக்ஸியல் |
| Adaxial Surface | அடாக்ஸியல் பரப்பு |
| Additive division | சேர்க்கும் ஸெல் பிரிதல் |
| Advanced condition | முற்போக்கு நிலை |
| Adventitious buds | வேற்றிடத்து மொட்டுகள் |
| Adventitious roots | வேற்றிடத்து வேர்கள் |
| Adventitious structures | வேற்றிடத்து அமைப்புகள் |
| Aerenchyma | ஏரங்கைமா |
| Aerial organs | காற்றுவெளியுடன் சம்பந்தப் பட்ட உறுப்புக்கள் |
| Aerial roots | காற்றுவெளியுடன் சம்பந்தப் பட்ட வேர்கள் |
| Affinities | உறவுகள் |
| Agglomerate sclereids | தடிப்புற்ற திரள் ஸெல்கள் |
| Air space | காற்று இடைவெளி |
| Air space system | காற்று வெளி அமைப்பு |
| Albuminous cells | ஆல்புமினஸ் ஸெல்கள் |
| Aleurone grains | அலிரோன் மணிகள் |
| Algae | ஆல்ஜிக்கள் |
| Aliform confluent parenchyma | இணைந்த - இறக்கைவடிவ பாரங்கைமா |
| Aliform parenchyma | இறக்கைவடிவ பாரங்கைமா |
| Alkaloids | ஆல்கலாய்ட்கள் |
| Alternate arrangement | மாற்று அமைவு |
| Alternate pitting | மாற்றுக்குழி அமைவு |
| Amides | அமைட்கள் |
| Amorphous | அருபம் |
| Amphicribral bundle | ஃப்ளோயம் சூழ்தொகுப்பு |

| | |
|---|---|
| Amphiploic siphonostele | இரு பக்க ஃப்ுளோய ஸைஃபனோஸ்டீல் |
| Amphivasal bundle | ஸைலம் சூழ் தொகுப்பு |
| Amyloplasts | அமிலோபிளாஸ்ட்கள் |
| Anaphase | அனஃபேஸ் |
| Anatomy | உள்ளமைப்பியல் |
| Anatomy of Node | கணுவின் உள்ளமைப்பு |
| Androecium | ஆண்டிரிஸியம் |
| Angiosperms | ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்கள் |
| Angiosperm wood | ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம் கட்டை |
| Anilin Blue | அனிலின் நீலம் |
| Angular collenchyma | கோண கோலங்கைமா |
| Animal cytology | பிராணி ஸெல்லியல் |
| Anisocytic | அனைஸோஸைட்டிக் |
| Anisotropy | அனைஸோட்ரோப்பி |
| Annual layer | ஆண்டு அடுக்கு |
| Annual ring | ஆண்டு வட்டம் |
| Annuals | ஓராண்டு வாழ்பவைகள் |
| Annular thickening | வளைய தடிப்பு |
| Anomalous secondary growth | ஒழுங்குமீறிய அல்லது முறை தவறிய ஸெகண்டரி வளர்ச்சி |
| Anomocytic | அனோமோஸைட்டிக் |
| Anthocyanin | ஆந்தோஸியானின் |
| Anticlinal | ஆன்டிக்கிலைனல் |
| Anticlinal division | ஆன்டிக்கிலைனல் பிரிதல் |
| Antipodal | எதிர்டி ஸெல்கள் |
| Apex | நுனி |
| Apical growth | நுனி வளர்ச்சி |
| Apical intrusive growth | நுனி நுழைவு வளர்ச்சி |
| Apical meristem | நுனி ஆக்குத்திசு |
| Apotracheal parenchyma | வெஸல் தொடர்பற்ற பாரங்கைமா |
| Appendages | ஒட்டுபாகங்கள் |
| Apposition | படிதல் |
| Areole | ஏரியோல் |
| Arms | கைகள் |
| Arrangement | அமைவு முறை |
| Arrangement of initials | தோற்றுவிகளின் அமைப்பு |
| Arrangement of laticifers | லேடெக்ஸ் சுரப்பிகளின் அமைவு |

| | |
|---|---|
| Articulated laticifers | ஒட்டி இணைந்த லேட்டக்ஸ் சுரபபிகள் |
| Articulated - anastomosing laticifers | ஒட்டி பின்னப்பட்ட லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் |
| Articulated non - anastomosing laticifers | ஒட்டி பின்னப்படாத லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் |
| Assimilation starch | தன்மயமாதல் தரசம் |
| Astrosclereids or star sclereids | அஸ்ட்ரோ தடிப்புற்ற ஸெல்கள் அல்லது நட்சத்திர தடிப்புற்ற ஸெல்கள் |
| Atactostele | அடாக்டோஸ்டீல் |
| Atmosphere | வெளிமண்டலம் |
| Attraction | கவர்தல் |
| Axial parenchyma | ஆக்ஸியல் பாரங்கைமா |
| Axillary buds | கோண மொட்டுகள் |
| Axis | ஆக்ஸிஸ் |

## B

| | |
|---|---|
| Bacteria | பாக்டீரியா |
| Banded parenchyma | பட்டை பாரங்கைமா |
| Bands | பட்டைகள் |
| Bark | பார்க் (பட்டை) |
| Barrel shaped | பீப்பாய் வடிவ |
| Bars | குறுக்குத் தடிப்பு |
| Bars of sanio | ஸேனியோவின் தடுப்புச் சட்டங்கள் |
| Basal cell | அடி ஸெல் |
| Basic structure | அடிப்படை அமைப்பு |
| Basipetal | கீழ்நோக்கி |
| Bast | பாஸ்ட் |
| Bast fibers | பாஸ்ட் நார்த்திசு |
| Berberin | பெர்பரின் |
| Bicollateral | இரு பக்க ஒருங்கமைந்த |
| Bidirectional differentiation | இரு போக்கு வளர்ச்சி மாற்றம் |
| Biennial | ஈராண்டு வாழ்பவை |
| Bilateral symmetry | இரு சமச்சீர் வடிவம் |
| Biological clock | உயிரியல் கடிகாரம் |
| Biology | உயிரியல் |
| Birefringence | பைரிஃப்ரிஞ்ஜென்ஸ் |
| Biseriate | இருசீர் வரிசை |
| Bivalent | பைவாலண்ட் |

| | |
|---|---|
| Bladder like | பை போன்ற |
| Blind pits | குருட்டுக் குழிகள் |
| "Body-cap" or korper-kappe theory | உடல் மூடி அல்லது கூர்ப்பர் காப்பே கோட்பாடு |
| Border | வரை |
| Bordered pit pairs | வரையுற்ற குழி ஜதைகள் |
| Bordered pits | வரையுற்ற குழிகள் |
| Brachysclereids or stone cells | பிரேக்கி தடிப்புற்ற ஸெல்கள் அல்லது கல் ஸெல்கள் |
| Bristle | சுணை |
| Bud meristem | மொட்டு ஆக்குத்திசு |
| Bulb | குமிழ்தண்டு |
| Bulliform cells | புல்லிஃபாம் ஸெல்கள் |
| Bundle | தொகுப்பு |
| Bundle sheath | தொகுப்பின் உறை |
| Bundle sheath extension | தொகுப்பு உறை நீட்சி |
| Buttresses | இலை முட்டுகள் |
| By-products | உடன் விளைவுப் பொருள்கள் |

## C

| | |
|---|---|
| Calcium Carbonate | கால்ஸியம் கார்பனேட் |
| Calcium oxalate | கால்ஸியம் ஆக்ஸலேட் |
| Calcium pectate | கால்ஸியம் பெக்டேட் |
| Calcium salts | கால்ஸியம் உப்புக்கள் |
| Callose | காலோஸ் |
| Calyx | புல்லி வட்டம் |
| Cambial zone | கேம்பிய மண்டலம் |
| Cambium | கேம்பியம் |
| Carbohydrate | சர்க்கரைப் பொருள் |
| Carbon dioxide | கரியமில வாயு |
| Carotenes | கரோட்டின்கள் |
| Carotenoids | கரோட்டினொய்டுகள் |
| Carpel | சூலக இலை |
| Caryophyllaceous type | கேரியோஃபில்லேஷியஸ் வகை |
| Casparian strip or band | காஸ்பாரியன் துண்டு அல்லது பட்டை |
| Cataphylls | சிதலொத்த இலைகள் |
| Cell | ஸெல் |
| Cell contents | ஸெல்லடக்கப் பொருள்கள் |
| Cell division | ஸெல் பிரிதல் |
| Cell plate | ஸெல் தட்டு |

| | |
|---|---|
| Cell sap | செல் சாறு |
| Cell shape | செல்லுருவம் |
| Cell structure | செல்லமைப்பு |
| Cell theory | செல் கோட்பாடு |
| Cellulose | செல்லுலோஸ் |
| Cell walls | செல்லுறைகள் |
| Cementing substances | பூச்சுப் பொருள்கள் |
| Central apical zone | நடு நுனி மண்டலம் |
| Centrifugal | விரிமையப் போக்கில் |
| Centripetal | குவிமையப் போக்கில் |
| Centromere | லெண்ட்ரோமியர் |
| Chalaza | சூலடி |
| Chalazogamy | சலாஸோகேமி |
| Chemistry | வேதியியல் |
| Chiasmata | கியாஸ்மாட்டா |
| Chlorenchyma | குளோரங்கைமா |
| Chlorophyll | பச்சையம் |
| Chlorophyll a | பச்சையம் ஏ |
| Chlorophyll b | பச்சையம் பி |
| Chloroplasts | பசுங்கணிகங்கள் |
| Chondriosomes | காண்ட்ரியோஸோம்கள் |
| Chromatids | குரோமாட்டிட்கள் |
| Chromatin threads | குரோமாட்டின் இழைகள் |
| Chromonemata | குரோமோநிமாட்டா |
| Chromoplasts | வண்ணக்கணிகங்கள் |
| Chromosome | குரோமோஸோம் |
| Cilia | நுண்கேசங்கள் |
| Circumference | பரிதி |
| Cisternae | ஸிஸ்டர்னிகள் |
| Classification | பாகுபாடு |
| Climbers | ஏறுகொடிகள் |
| Closed venation | மூடப்பட்ட நரம்பமைப்பு |
| Closing layer | மூடு அடுக்கு |
| Coenocyte | ஸீனோஸைட் |
| Collateral arrangement | ஒருங்கமைந்த அமைவு |
| Collateral bundle | ஒருங்கமைந்த தொகுப்பு |
| Colleters | கொலீட்டர்கள் |
| Collenchyma | கோலங்கைமா |
| Colloid | கொல்லாய்ட் |

| | |
|---|---|
| Columella | காலுமெல்லா |
| Commissural phloem | இடைப்பட்ட ஃபுளோயம் |
| Companion cells | துணை செல்கள் |
| Comparative research | ஒப்பீனை ஆராய்ச்சி |
| Complementary or filling cells | நிரப்பும் செல்கள் |
| Complex tissue | கூட்டுத்திசு |
| Compound laticifers | கூட்டு லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் |
| Compound leaf | கூட்டிலை |
| Compound middle lamella | கூட்டு நடு அடுக்கு |
| Compound sieve plate | கூட்டு சல்லடைத் தட்டு |
| Compound starch | கூட்டுத் தரசம் |
| Concentration | அடர்த்தித்தன்மை |
| Concentration gradient | அடர்த்தி வாட்டம் |
| Concentric type | சூழ்வட்ட வகை |
| Concept | கோட்பாடு |
| Conducting phloem | செலுத்தும் ஃபுளோயம் |
| Conducting tissues | செலுத்தும் திசுக்கள் |
| Cone shaped | கூம்பு வடிவ |
| Conjunctive tissue | இணைத்திசு |
| Constriction | சுருக்கம் |
| Contents | அடக்கப் பொருள்கள் |
| Core | கோர் |
| Cork or phellem | கார்க் அல்லது ஃபெல்லம் |
| Cork cambium | கார்க் கேம்பியம் |
| Cork cells | கார்க் செல்கள் |
| Cork tree | கார்க் மரம் |
| Corolla | அல்லிவட்டம் |
| Corpus | கோர்ப்புஸ் |
| Corpus lignosum circumvellatum | கோர்ப்புஸ் லிக்னோஸம் ஸிர்க்கம் வல்லாத்தும் |
| Corpus lignosum foraminatum | கோர்ப்புஸ் லிக்னோஸம் ஃபோராமினேத்தும் |
| Cortex | புறணி |
| Cortical bundles | புறணித் தொகுப்புகள் |
| Cortical fiber | புறணி நார்த்திசு |
| Cotyledons | வித்திலைகள் |
| Cover slip | மூடுதுண்டு |
| Crassulae | கிரேஸ்ஸுலே |
| Cristae | கிரிஸ்டே |

| | |
|---|---|
| Crossing over | குறுக்கே தாண்டுதல் |
| Cruciferous type | குரிஸிபரஸ் வகை |
| Crystal aggregate | படிகத் தொகுப்பு |
| Crystalloids | கிரிஸ்டல்லாய்டுகள் |
| Crystals | படிகங்கள் |
| Cubical | கன சதுரமான |
| Cuneiform | ஆப்பைப் போன்ற |
| Cuticle | கூட்டிக்கில் |
| Cuticularization | கூட்டிக்குலரைஸேஷன் |
| Cutin | கூட்டின் |
| Cutinization | கூட்டினைஸேஷன் |
| Cyst like | உருண்டை வடிவம் போன்ற |
| Cystolith | ஸிஸ்டோலித் |
| Cytokinesis | ஸைட்டோபிளாஸம் பிரிதல் |
| Cytological characteristics | செல் சம்பந்தப்பட்ட குணதிசயங்கள் |
| Cytology | செல்லியல் |
| Cytomembrane | ஸைட்டோமெம்பரேன் |
| $\alpha$-Cytomembrane | ஆல்ஃபா ஸைட்டோ மெம்பரேன் |
| $\beta$-Cytomembrane | பீட்டா ஸைட்டோ மெம்பரேன் |
| $\gamma$-Cytomembrane | காமா ஸைட்டோமெம்பரேன் |
| Cytoplasm | ஸைட்டோபிளாஸம் |
| Cytoplasmic streaming | ஸைட்டோபிளாஸ ஓட்டம் |

## D

| | |
|---|---|
| Daughter nucleus | மகள் நூக்ளியஸ் |
| Dedifferentiation | தலைகீழ் மாற்றம் |
| Definition | இலக்கணம் |
| Definitive Callose | தீர்மானிக்கின்ற காலோஸ் |
| Delimitation | வரையறை |
| Denatured | இயற்கைநிலை கெடுதல் |
| Deoxyribonucleic Acid (DNA) | டி ஆக்ஸிரிபோ நூக்ளியஸ் அமிலம் (டிநூஅ) |
| Depressed zone | தாழ்த்தப்பட்ட வரம்பு |
| Derivatives | தோன்றல்கள் |
| Dermal tissue system | தோல் திசு அமைப்பு முறை |
| Dermatogen | டெர்மடோஜென் |
| Development | வளர்ச்சிமுறை |
| Developmental changes | வளர்ச்சி மாற்றங்கள் |

| | |
|---|---|
| **Development of plant body** | தாவர உடலின் வளர்ச்சிமுறை |
| **Diacytic** | டயாஸைட்டிக் |
| **Diakinesis** | டயாக்கினிஸிஸ் |
| **Diarch** | டயார்க் |
| **Dicotyledons** | இரு விதையிலைத் தாவரங்கள் |
| **Dictyosomes** | டிக்டியோஸோம்கள் |
| **Dictyostele** | டிக்டியோஸ்டீல் |
| **Differential division** | சமமற்ற செல் பிரிதல |
| **Differentiation** | வளர்ச்சி வேறுபாடு |
| **Diffuse - aggregate parenchyma** | பரவல் - கூட்டு பாரங்கைமா |
| **Diffuse parenchyma** | பரவலுற்ற பாரங்கைமா |
| **Diffuse porous wood** | பரந்த துளைக் கட்டை |
| **Diffuse secondary growth** | பரவலான செகண்டரி வளர்ச்சி |
| **Diploid** | டிப்லாய்ட் |
| **Diplotene** | டிப்லோடீன் |
| **Disc like** | தட்டு போன்ற |
| **Distal axial zone** | நுனிஇறுதி ஆக்ஸியல் மண்டலம் |
| **Distribution of vessels** | வெஸல்கள் பரவி இருக்கின்ற தன்மை |
| **Dividing tissue** | பிரிதலுறும் திசு |
| **Division cycle** | பிரிதல் சுழற்சி |
| **Dormancy callose** | உறங்கும் காலோஸ் |
| **Dorsal trace** | டார்ஸல் இழுவை |
| **Dorsiventral leaf** | இருபக்க இலை |
| **Double fertilization** | இரட்டைக் கருவுறுதல் |
| **Double structure** | இரட்டிப்பான அமைப்பு |
| **Doubling** | இரட்டிப்பு |
| **Droplets** | சிறு துளிகள் |
| **Drugs** | மருத்துவப்பொருள்கள் |
| **Druses** | டுருஸ்கள் |
| **Ducts** | குழாய்கள் |
| **Durability** | நீடிப்புத்தன்மை |

## E

| | |
|---|---|
| **Early phloem** | முற்பட்ட ஃபுளோயம் |
| **Early wood** | முற்பட்ட கட்டை |
| **Ectodesmata** | எக்டோடெஸ்மாட்டா |
| **Ectophloic siphonostele** | புற ஃபுளோயஸைஃபனோஸ்டீல் |
| **Ectoplast** | எக்டோபிளாஸ்ட் |

| | |
|---|---|
| Egg | முட்டை |
| Elaeoplasts | எலெய்யோபிளாஸ்ட்கள் |
| Electrical | மின்னாற்றலுக்குரிய |
| Electron Microscope | எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப் |
| Elementary microfibril or Micellar strands | எலிமெண்டரி மிக்ரோஃபைபிரில் அல்லது மைஸெல்லார் இழைகள் |
| Embryo | கரு |
| Embryology | கருவியல் |
| Embryonal vesicle | கருக்குழி |
| Embryonic shoot | கருத்தண்டினம் |
| Embryo sac | கருப்பை |
| En - chein | என் - செயின் |
| Endarch xylem | எண்டார்க் ஸைலம் |
| Endodermis | எண்டோடெர்மிஸ் |
| Endogenous method | உட்புறத்தோற்ற முறை |
| Endoplasmic reticulum | எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை |
| Endosperm | எண்டோஸ்பர்ம் |
| Endothecium | எண்டோதீஸியம் |
| End wall perforation | நுனி தடுப்புறை திறவு |
| End walls | நுனி உறைகள் |
| Enucleate | நூக்ளியஸ் அற்ற |
| Enzymes | பரிக்கக்கூடிய நொதிப் பொருள்கள் |
| Epiblem | எப்பிபிளம் |
| Epicotyl | வித்திலைமேல் தண்டு |
| Epidermal cells | புறத்தோல் செல்கள் |
| Epidermis | புறத்தோல் |
| Epithelium | எப்பித்தீலியம் |
| Epithem | எப்பித்தம் |
| Equational division | சமபாட்டு பிரிதல் |
| Ergastic substances | உயிரற்ற பொருள்கள் |
| Etiolation | ஈட்டியோலேஷன் |
| Eustele | யூஸ்டீல் |
| Even | இரட்டைப்படை |
| Evolutionary basis | பரிணாம அடிப்படை |
| Exarch xylem | எக்ஸார்க் ஸைலம் |
| Exchange of gases | வாயுக்களின் பரிமாற்றம் |
| Excretion | நீக்கப்படுதல் |
| Exogenous method | வெளிப்புறத் தோற்றமுறை |
| External agents | புறக்காரணிகள் |

| | |
|---|---|
| External phloem | புற ஃபுளோயம் |
| External secretory structures | சுரக்கும் புற அமைப்புகள் |
| Extrafloral nectaries | பூ புறம்பான தேன்சுரப்பிகள் |
| Extraxylary fibers | ஸைலம் இணையா நார்த்திசு |

## F

| | |
|---|---|
| Facets | முகப்புகள் |
| Factors | காரணிகள் |
| Facultative growth ring | கட்டுப்பாடற்ற வளர்ச்சி வட்டம் |
| False annual layer | போலி ஆண்டு அடுக்கு |
| False annual ring | போலி ஆண்டு வட்டம் |
| Fascicular cambium | தொகுப்பு உட்பட்ட கேம்பியம் |
| Fats | கொழுப்புகள் |
| Female gamete | பெண்பாலின கேமிட் |
| Ferns | ஃபரன்கள் |
| Fertilization | கருவுறுதல் |
| Fibers | நார்த்திசு |
| Fiber tracheids | நார் டிரக்கீடுகள் |
| Fibriform sclereids | நார் தடிப்புற்ற ஸெல்கள் |
| Fibril | ஃபைப்ரில் |
| Filiform sclereids | நூலிழைத்தடிப்புற்ற ஸெல்கள் |
| Fine bodies | நுண்ணிய அமைப்புகள் |
| Finger like projections | விரல் போன்ற நீட்சிகள் |
| First anaphase | முதல் அனாஃபேஸ் |
| First metaphase | முதல் மெட்டாஃபேஸ் |
| First prophase | முதல் புரோஃபேஸ் |
| Flank meristem | ஃபிளாங்க் ஆக்குத்திசு |
| Flaps | மடிப்புகள் |
| Fleshy leaves | சதையான இலைகள் |
| Floral nectaries | பூ தேன்சுரப்பிகள் |
| Floral primordium | பூ ஆதாரம் |
| Flower | பூ |
| Flowering plants | பூக்கும் தாவரங்கள் |
| Foliage leaves | சாதாரணமான இலைகள் |
| Foraminate or Ephedroid perforation | ஃபொராமினேட் அல்லது எஃபீட்ராய்டு திறவு |
| Foraminate type | ஃபொராமினேட் வகை |
| Frame work substances | வரையீட்டுப் பொருள்கள் |
| Froth or Foam | சோப்பு நுரை |
| Function | செயல் |

| | |
|---|---|
| Fundamental tissue | அடிப்படைத் திசு |
| Fundamental or ground tissue system | ஆதார அல்லது அடிப்படைத் திசு அமைப்பு முறை |
| Fungi | பூஞ்சைகள் |
| Funiculus | சூல் காம்பு |
| Furrow | பள்ளம் |
| Fusiform initials | ஃப்யூசிஃபாம் தோற்றுவிகள் |
| Fusiform parenchyma cells | ஃப்யூசிஃபாம் பாரங்கைமா செல்கள் |
| Fusiform ray | பூசிஃபாம் ரே |

## G

| | |
|---|---|
| Galacton | காலெக்டான் |
| Gametes | கேமிட்கள் |
| Gel | ஜெல் |
| Gelatinous or Mucilaginous fibers | ஜெலாடினஸ் நார்த்திசு |
| Gene | ஜீன் |
| Generative cell | தோற்றுவிக்கும் செல் |
| Genetic factors | பாரம்பரிய காரணிகள் |
| Girder | கிர்டர் |
| Gland | சுரப்பி |
| Glandular or secretory tapetum | சுரக்கும் டெப்பீட்டம் |
| Glandular trichomes | சுரக்கும் ஒட்டு அமைப்புகள் |
| Gliding or sliding growth | சரிவு வளர்ச்சி |
| Globoids | குளோபாய்டுகள் |
| Glucon | குளுகான் |
| Glucose | குளுகோஸ் |
| Gnetales | நீத்தேலிஸ் |
| Golgi bodies | கால்கி உறுப்புகள் |
| Grain | சிறுமணி |
| Grana | கிராணு |
| Granule | நுண்மணி |
| Ground or Fundamental tissue system | ஆதார அல்லது அடிப்படை திசு அமைப்பு முறை |
| Ground tissue | ஆதாரத் திசு |
| Ground tissue hairs | ஆதாரத் திசு கேசங்கள் |
| Growing point | வளர்ச்சி நுனி |
| Growth layer | வளர்ச்சி அடுக்கு |
| Growth patterns | வளர்ச்சி வகைகள் |

| | |
|---|---|
| Growth rings | வளர்ச்சி வட்டங்கள் |
| Growth units | வளர்ச்சி அலகுகள் |
| Guard cells | காப்பு செல்கள் |
| Guard cell mother cell | காப்பு செல் தாய் செல் |
| Gum | பிசின் |
| Gum ducts | பிசின் குழாய்கள் |
| Guttation | கட்டேஷன் |
| Gymnosperms | ஜிம்னோஸ்பர்ம்கள் |
| Gymnosperm wood | ஜிம்னோஸ்பர்ம் கட்டை |
| Gynoecium | கைனிசியம் |
| Gynophore | சூல்பைத் தண்டு |
| Gypsum | ஜிப்ஸம் |

## H

| | |
|---|---|
| Habit | வளர் இயல்பு |
| Habitat | வாழ் இடம் |
| Hadrom | ஹாட்ரோம் |
| Hairs | கேசங்கள் |
| Half - Bivalent | அரை - பைவாலண்ட் |
| Half - Bordered pits | அரை - வரையுற்ற குழிகள் |
| Half - chromatids | அரை - குரோமாட்டிட்டுகள் |
| Haplocheilic or simple lipped | ஹேப்லோகெய்லிக் அல்லது எளிய உதடு வகை |
| Haplostele | ஹேப்லோஸ்டீல் |
| Hard or leaf fibers | கடின அல்லது இலை நார்கள் |
| Hard - woods | கடினக் கட்டைகள் |
| Haustorial cell | உறிஞ்சு செல்கள் |
| Heart wood | இருதயக் கட்டை |
| Helical orientation | சுருள் போக்கு |
| Helical thickening | சுருள் தடிப்பு |
| Hemicellulose | ஹெமிசெல்லுலோஸ் |
| Herb | குறுஞ்செடி |
| Heterogenous ray system | பல தரப்பட்ட ரே தொகுப்பு |
| Hexagonal | ஆறு பக்க |
| Hexarch | ஹெக்சார்க் |
| Hilum | ஹைலம் |
| Histogen concept | ஹிஸ்டோஜன் கோட்பாடு |
| Histogenesis | திசு உற்பத்தி |
| Histology of the leaf | இலையின் திசு அமைப்பியல் |
| History | வரலாறு |
| Hollow cylinder | திடமற்ற உருளை |

| | |
|---|---|
| Homogenous rays | ஒரு தரப்பட்ட ரேக்சுள் |
| Homologous set | ஒத்திசைவான இரு கூறு |
| Hybrid cells | இரு தரப்பட்ட செல்கள் |
| Hydathodes | நீர்ச்சுரப்பிகள் |
| Hydrophilic substances | நீருடன் உறவுகொள்ளும் பொருள்கள் |
| Hydrophytes | நீர்வாழ் தாவர இனங்கள் |
| Hypocotyl | வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு அல்லது ஹைப்போகாட்டில் |
| Hypodermis | புறத்தோலடித் தோல் |
| Hypophysis | ஹைப்போஃபைஸிஸ் |
| Hypothetical model | அனுமான மாதிரிப் படம் |
| Hypsophylls | ஹிப்ஸோஃபில்கள் |
| Hystamine | ஹிஸ்டாமைன் |

## I

| | |
|---|---|
| Idioblast | தனிப்பட்ட செல்லமைப்பு |
| Imperforate elements | திறவற்ற செல்கள் |
| Inclination | அமைவுக் கோணம் |
| Included phloem | உட்பட்ட ஃபுளோயம் |
| Inclusions | உள்ளடக்கப் பொருள்கள் |
| Inferior ovary | தாழ்ந்த நிலைச் சூலகம் |
| Inflorescence | மஞ்சரி |
| Inflorescence axis | மஞ்சரித் தண்டு |
| Initial | தோற்றுவி |
| Initial parenchyma | தொடக்கப் பாரங்கைமா |
| Initiating ring or Anneau initial | தோற்றுவிகளின் வட்டம் |
| Inner contents | உள்ளடக்கப் பொருள்கள் |
| Inner sheath | உள்ளுறை |
| Inner tangential wall | உட்புறப் பரிதிக்கு இணைப் போக்கு செல்லுறை |
| Inorganic substances | அனங்ககப் பொருள்கள் |
| Insectivorous plants | பூச்சியுண்ணும் தாவரங்கள் |
| Integument | உறை |
| Interaction | கிரியை |
| Intercalary growth | இடைப்பட்ட வளர்ச்சி |
| Intercellular canals | செல்லிடைப்பட்ட குழாய்கள் |
| Intercellular forces | செல்லிடைச் சக்திகள் |
| Intercellular pressure | செல்லிடை அமுக்கம் |
| Intercellular space | செல்லிடை வெளி |

| | |
|---|---|
| Intercellular substance | செல்லிடைப் பொருள் |
| Interfascicular cambium | தொகுப்பிடைப்பட்ட கேம்பியம் |
| Intermacrofibrillar spaces | மேக்ரோஃபைப்ரில்லாரிடைப் பட்ட வெளிகள் |
| Intermediate type | நடுத்தர வகை |
| Intermicellar spaces | மைஸல்லாரிடைப்பட்ட வெளிகள் |
| Intermicrofibrillar spaces | மைக்ரோஃபைப்ரில்லாரிடைப் பட்ட வெளிகள் |
| Internal hairs | அகக் கேசங்கள் |
| Internal phloem | அக ஃப்ளோயம் |
| Internal structures | உள்ளமைப்புகள் |
| Internode | இடைக்கணு பாகம் |
| Interphase | இடைநிலை |
| Interpositional growth | இடைநிலை வளர்ச்சி |
| Interrupted stem | தடைப்பட்ட தண்டு |
| Intervascular pits | வாஸ்குலாரிடைக் குழிகள் |
| Interxylary cork | சைலம் இடைப்பட்ட கார்க் |
| Interxylary phloem | சைலம இடைப்பட்ட ஃப்ளோயம் |
| Intrusive growth | நுழைவு வளர்ச்சி முறை |
| Intussusecption | இடைச் செருகல் |
| Inulin | இனுலின் |
| Inversion | தலைகீழாக மாறுதல் |
| Irregular type | ஒழுங்கற்ற வகை |
| Isobilateral leaf | ஒருமித்த இரு பக்க இலை |
| Isotropic | ஐஸோடிரோபிக் |

## J

| | |
|---|---|
| Jeffrey's Maceration Reagent | ஜெப்ரி பிரிவு படுத்தும் திரவம் |

## K

| | |
|---|---|
| Karyokinesis | நூக்ளியஸ் பிரிதல் |
| Karyolymph or Nucleoplasm | நூக்ளியஸ் சாறு |
| Kinetochore | கினிடோக்கோர் |

## L

| | |
|---|---|
| Lacunate collenchyma | இடைவெளி கோலங்கைமா |
| Lamellated structures | அடுக்குற்ற அமைப்புகள் |
| Lamina | தாள் |
| Late phloem | பிற்பட்ட ஃப்ளோயம் |
| Lateral | பக்க |
| Lateral meristem | பக்க ஆக்குத்திசு |

| | |
|---|---|
| Lateral roots | பக்க வேர்கள் |
| Lateral traces | பக்க இழுவைகள் |
| Lateral wall | பக்க உறை |
| Late wood | பிற்பட்ட கட்டை |
| Laticifers | லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் |
| Leaf | இலை |
| Leaf axis | இலை ஆக்ஸிஸ் |
| Leal base | இலையடிப்பாகம் |
| Leaf buttress | இலை முட்டு |
| Leaf gaps | இலைப் பொந்துகள் |
| Leaflets | சிற்றிலைகள் |
| Leaf of Angiosperms | ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்களின் இலை |
| Leaf primordium | இலை ஆதாரம் |
| Leaf trace | இலை இழுவை |
| Leaf trace bundle | இலை இழுவைத் தொகுப்பு |
| Lenticels | லென்டிஸெல்கள் |
| Leptotene | லெப்டோடீன் |
| Leucoplasts | வெளிர்க்கணிகங்கள் |
| Lianes | லையேன்ஸ் |
| Libriform fibers | லிப்ரிஃபாம் நார்த்திசு |
| Light microscope | ஒளி மைக்ராஸ்கோப் |
| Lignin: | லிக்னின் |
| Lipids | லிப்பிட்கள் |
| Lobe | பிளவு |
| Lobed parenchyma | லோப்டு பாரங்கைமா |
| Long cells | நீண்ட ஸெல்கள் |
| Long hairs | நீண்ட கேசங்கள் |
| Longitudinal | உயரப்போக்கில் |
| Longitudinal section | நீள்போக்கு வெட்டு |
| Longitudinal system of tissues | உயரப்போக்கிலமைந்த திசுக்கள் |
| Loops | வளைவுகள் |
| Lower epidermis | கீழ்ப்புறத்தோல் |
| Lower plants | கடைநிலைத் தாவரங்கள் |
| Lysigenous | லிஸிஜீனஸ் |

## M

| | |
|---|---|
| Macrosclereids or rod cells | மாக்ரோ தடிப்புற்ற ஸெல்கள் அல்லது கோல் ஸெல்கள் |
| Main veins | முக்கிய நரம்புகள் |
| Male gamete | ஆண்பால் கேமிட் |

| | |
|---|---|
| Malpighian cells | மால்பீஜியன் ஸெல்கள் |
| Mannose | மானோஸ் |
| Mantle | உறை |
| Margin | வரம்பு |
| Marginal initials | வரம்பு தோற்றுவிகள் |
| Marginal meristem | வரம்பு ஆக்குத்திசு |
| Marginal parenchyma | எல்லை பாரங்கைமா |
| Marginal strand | வரம்பு இழுவை |
| Marshy plants | சதுப்பு நில தாவரங்கள் |
| Mass or Block meristem | அடை ஆக்குத்திசு |
| Mass or pressure flow hypothesis | மாஸ் அல்லது அமுக்க ஓட்டக் கொள்கை |
| Matrix | உறை |
| Maximal phase | அதிக பட்ச தோற்றம் |
| Mechanical tissue | வலிவுறுத்தும் திசு |
| Mechanism | செயலமைவு |
| Medium | இடையீட்டுப்பொருள் |
| Medullary bundles | மையத்தொகுப்புகள் |
| Medullary or pith meristem | மெடுல்லரி அல்லது பித் ஆக்குத்திசு |
| Megaspore mother cell | மெகாஸ்போர் தாய் ஸெல் |
| Meiosis | மெயோஸிஸ் |
| Membrane | மெம்பரேன் |
| Meristematic precursors | ஆக்குத்திசு முன்னோடிகள் |
| Meristematic zone | ஆக்குத்திசு மண்டலம் |
| Meristeme'de Attente | மெரிஸ்தாமே டி அட்டண்டி |
| Meristems | ஆக்குத்திசுக்கள் |
| Mesogene | மீஸோஜீன் |
| Mesophyll | இலைஇடைத்திசு |
| Mesos | மீஸோஸ் |
| Mestom sheath | மெஸ்டோம் உறை |
| Metabolism | வளர்சிதை மாற்றம் |
| Metaphase | மெட்டாஃபேஸ் |
| Metaphloem | மெட்டாஃபுளோயம் |
| Metaxylem | மெட்டாஸைலம் |
| Metrameristem | மெட்ராமெரிஸ்டம் |
| Microfibrils | மிக்ரோஃபைப்ரில்கள் |
| Microhairs | மைக்ரோகேசங்கள் |
| Micron | மைக்ரான் |
| Micro organisms | நுண் உயிரினங்கள் |

| | |
|---|---|
| Micropyle | மைக்ரோபைல் |
| Microscopist | மைக்ரோஸ்கோப்பிஸ்ட் |
| Microsporocytes | மைக்ரோஸ்போரோ சைட்கள் |
| Middle devonian | நடு டிவோனியன் |
| Middle lamella | நடு அடுக்கு |
| Middle layers | நடு அடுக்குகள் |
| Middle stage | நடு நிலை |
| Midvein | மைய நரம்பு |
| Mineral substances | தாதுப்பொருள்கள் |
| Minimal phase | குறைந்த பட்ச தோற்றம் |
| Mitochondria | மித்தோகாண்டிரியா |
| Mitosis | மைட்டோஸிஸ் |
| Mode of formation of derivatives | தோன்றல்கள் உண்டாகின்ற முறை |
| Modus operandi | செயல்படுகின்ற முறை |
| Molecules | மூலக்கூறுகள் |
| Monarch | மானர்க் |
| Monocotyledon | ஒரு விதையிலைத் தாவரம் |
| Morphology | உருவஇயல் |
| Morphologically | உருவ இயலின்படி |
| Mortar | சுண்ணும்புக்காரை |
| Mucilage | மூசிலேஜ் |
| Mucilaginous | வழுவழுப்பான |
| Multicellular hairs | பல செல்லினுலான கேசங்கள் |
| Multilacunar node | பல இடைவெளிக்கணு |
| Multiperforation plate | பல திறவுத்தட்டு |
| Multiple annual ring | கூட்டு ஆண்டு வட்டங்கள் |
| Multiplicative division | பெருக்கும் செல் பிரிதல் |
| Multiseriate | பல சீர்வரிசை |
| Multiseriate epidermis | பலவரிசைப் புறத்தோல் |
| Multiseriate rays | பல சீர்வரிசை ரேக்கள் |
| Mutual attraction | பரஸ்பர கவர்ச்சி |
| Mutual pressure | பரஸ்பர அமுக்கம் |
| Mutual repulsion | பரஸ்பர தள்ளுதல் |
| Myxomycetes | மிக்ஸோமைஸிட்கள் |

## N

| | |
|---|---|
| Nectar | தேன் |
| Nectaries | தேன்சுரப்பிகள் |
| Needle bearing species | ஊசிலைத் தாவரங்கள் |

| | |
|---|---|
| Non-articulated branched laticifers | ஒட்டியிணையாத கிளையுற்ற லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் |
| Non-articulated laticifers | ஒட்டியிணையாத லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் |
| Non-articulated unbranched laticifers | ஒட்டியிணையாத கிளையற்ற லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் |
| Non-conducting phloem | செலுத்தும் செயலற்ற ஃபுளோயம் |
| Nonconfirmity | ஒவ்வாத் தன்மை |
| Non living system | உயிரற்ற மாதிரி வடிவம் |
| Non protoplasmic components | புரோட்டோபிளாஸமற்ற கூறுகள் |
| Non storeyed cambium or Non stratified cambium | அடுக்கற்ற கேம்பியம் |
| Nucellus | நூசெல்லுஸ் |
| Nuclear endosperm | நூக்ளியார் எண்டாஸ்பர்ம் |
| Nuclear membrane | நூக்ளியஸ் மெம்பரேன் |
| Nucleolus | நூக்ளியோலுஸ் |
| Nucleus | நூக்ளியஸ் |

**O**

| | |
|---|---|
| Obligate growth ring | கட்டுப்பட்ட வளர்ச்சி வட்டம் |
| Obliteration | சிதைவுறுதல் |
| Octant | ஆக்டண்ட் |
| Octogonal | எட்டுபக்க |
| Oil cavities | எண்ணெய்க் குழிகள் |
| Oil ducts | எண்ணெய்க் குழாய்கள் |
| Oil idioblasts | தனிப்பட்ட எண்ணெய் செல்கள் |
| Oils and fats | எண்ணெய், கொழுப்புப் பொருள்கள் |
| Oblique parenchyma | சாய்வுப் பாரங்கைமா |
| Ontogenetic elongation | வளர்ச்சியினால் நீளுதல் |
| Open dichotomous venation | திறந்த இருகிளையுற்ற நரம்பமைப்பு |
| Open growth | திறந்த வளர்ச்சி |
| Opposite arrangement | எதிர் அமைவு |
| Opposite pitting | எதிர்க்குழி அமைவு |
| Optical heterogeneity | பலதரப்பட்ட ஒளிநிலை |
| Optical homogeneity | ஒருதரப்பட்ட ஒளிநிலை |

| | |
|---|---|
| Orchids | ஓர்கிட்கள் |
| Organic acids | அங்கக அமிலங்கள் |
| Organic substances | அங்ககப் பொருள்கள் |
| Organismal theory | கூட்டமைவுக் கோட்பாடு |
| Organogenesis | உறுப்புகளுண்டாதல் |
| Organs | உறுப்புக்கள் |
| Orthic tetrakaidekahedron | ஆர்த்திக் டெட்ராகைடெகா ஹெட்ரான் |
| Oscillation | அசைந்தாடுதல் |
| Osmophores | நறுமணச் சுரப்பிகள் |
| Osteosclereids | ஓஸ்டியோ தடிப்புற்ற செல்கள் |
| Outer bark | வெளிப் பட்டை |
| Outer or peripheral zone | வெளி அல்லது வரம்பு மண்டலம் |
| Outer sheath | வெளியுறை |
| Out growths | வளரிகள் |
| Ovary | சூல்பை |
| Ovular bundles | சூல் இழுவைத்தொகுப்புகள் |
| Ovule | சூல் |
| Oxidative enzyme | ஆக்ஸிடேடிவ் என்ஸைம் அல்லது நொதி |

## P

| | |
|---|---|
| Pachytene | பாக்கிடீன் |
| Pairing | இணைதல் |
| Palisade | பாலிஸேட் |
| Palisade parenchyma | பாலிஸேட் பாரங்கைமா |
| Palmately compound leaf | கைவடிவ கூட்டிலை |
| Papilla | பேபில்லா |
| Para | பாரா |
| Paracytic | பாராஸைட்டிக் |
| Paradermal section | தோல்பரப்பிற்கு இணைப் போக்கு வெட்டு |
| Parallel evolution | இணைப்பரிணமம் |
| Parallel texture | இணைப்போக்கு டெக்சர் |
| Paratracheal parenchyma | வெஸல் தொடர்புற்ற பாரங்கைமா |
| Parenchyma | பாரங்கைமா |
| Parenchyma strand | பாரங்கைமா கற்றைகள் |
| Partial shoots | நிறைவற்ற தண்டினங்கள் |

| | |
|---|---|
| Partition walls | தடுப்புறைகள் |
| Parts | பாகங்கள் |
| Passage cells | போக்குவரத்து ஸெல்கள் |
| Passive movement | உயிர்பற்ற அசைவு |
| Pectic lamella | பெக்டிக் அடுக்குறை |
| Pectin | பெக்டின் |
| Pedestal | பீடம் |
| Pedicel | பூக்காம்பு |
| Peduncle | மஞ்சரித் தண்டு |
| Peglike | முளை போன்ற |
| Peltate hairs | மைய இணைவுகொண்ட கேசங்கள் |
| Peltate scales | பெல்டேட் அல்லது மைய இணைவு கொண்ட செதில்கள் |
| Pentarch | பெண்டார்க் |
| Perennials | பல ஆண்டு வாழ்பவைகள் |
| Perforated | திறவுற்ற |
| Perforation | திறவு |
| Perforation plates | திறவுத் தட்டுகள் |
| Perforation types | திறவு வகைகள் |
| Perianth | பூவிதழ் |
| Perianth members | பூவிதழ்வட்ட அங்கங்கள் |
| Periblem | பெரிப்ளம் |
| Periclinal | பெரிக்கிலைனல் |
| Pericycle | பெரிஸைக்கிள் |
| Periderm | பெரிடர்ம் |
| Perigene | பெரிஜீன் |
| Perivascular fibers | வாஸ்குலார் சூழ் நார்த்திசு |
| Petal | அகவிதழ் |
| Petiole | இலைக் காம்பு |
| Phelloids | ஃபெல்லாய்ட்கள் |
| Phelloderm | ஃபெல்லோடெர்ம் |
| Phellogen | ஃபெல்லோஜென் |
| Phenol | ஃபீனல் |
| Phloem | ஃபுளோயம் |
| Phloem cells | ஃபுளோயம் ஸெல்கள் |
| Phloem mother cell | ஃபுளோயம் தாய் ஸெல் |
| Phloem parenchyma | ஃபுளோயம் பாரங்கைமா |
| Phloic or Phloem fiber | ஃபுளோயம் நார்த்திசு |
| Photosynthesis | ஒளிச்சேர்க்கை |

| | |
|---|---|
| Photosynthetic cells | ஒளிச்சேர்க்கை செய்கின்ற செல்கள் |
| Phragmoplast | ஃபிராக்மோ பிளாஸ்ட் |
| Phyllode | ஃபில்லோட் |
| Phyllome | ஃபில்லோம் |
| Phyllon | ஃபில்லோன் |
| Phylogenetic reduction | வரலாற்றினால் குறைவுறுதல் |
| Phylogeny | இன வளர்ச்சி வரலாறு |
| Physiologic adaptation | வாழ்வியல் தக அமைதல் |
| Physiology | வாழ்வியல் |
| Pinnately compound leaf | சிறகுவடிவ கூட்டிலை |
| Pith | பித் |
| Pith rays | பித் ரேக்கள் |
| Pit | குழி |
| Pit aperture | குழித்துளை |
| Pit canal | குழி வாய்க்கால் |
| Pit chamber | குழி அறை |
| Pit inner apertures | குழி உள் துளைகள் |
| Pit membrane | குழி மெம்பரேன் |
| Pit pairs | குழி ஜதைகள் |
| Pitted tracheary elements | குழியுற்ற டிரக்கியரி அங்கங்கள் |
| Placenta | சூல் ஒட்டு |
| Plane | போக்கு |
| Plant cytology | தாவர செல்லியல் |
| Plasmodesmata | பிளாஸ்மோடெஸ்மாட்டா |
| Plasmalemma | பிளாஸ்மாலெம்மா |
| Plastid primordia | கணிகங்களின் ஆதாரங்கள் |
| Plastids | கணிகங்கள் |
| Plastochron | பிளாஸ்டோக்குரோன் |
| Plate collenchyma | தட்டு கோலங்கைமா |
| Plate meristem | தட்டு ஆக்குத்திசு |
| Plectostele | பிளக்டோ ஸ்டீல் |
| Plerome | பிளிரோம் |
| Plumule | முளைத் தண்டு |
| Pneumatodes | நியுமட்டோட்ஸ்கள் |
| Pole | துருவம் |
| Pollen grains | மகரந்தத் தூள்கள் |
| Pollen mother cell | மகரந்தத் தாய் செல் |
| Pollen tube | மகரந்தக் குழாய் |
| Pollen tube nucleus | மகரந்தக் குழாய் நூக்ளியஸ் |

| | |
|---|---|
| Polyarch | பாலியார்க் |
| Polycyclic steles | பன் வட்ட ஸ்டீல்கள் |
| Polyhedral | பல பக்கங்கள் |
| Polymer | பாலிமர் |
| Polystelic | பாலிஸ்டீலிக் |
| Pores | துளைகள் |
| Pore site | துளைப் பகுதி |
| Porogamy | போரோகேமி |
| Precursor | முன்னோடி |
| Precursory meristem | முன்னோடி ஆக்குத்திசு |
| Precursory phloem cells | முன்னோடி ஃபுளோயம் செல்கள் |
| Primary cell wall | பிரைமரி செல்லுறை |
| Primary growth | பிரைமரி வளர்ச்சி |
| Primary mother cell | பிரைமரி தாய் செல் |
| Primary phloem | பிரைமரி ஃபுளோயம் |
| Primary pit fields | பிரைமரி குழிப் பகுதிகள் |
| Primary pits | பிரைமரி குழிகள் |
| Primary thickening meristem | பிரைமரி பருமனுக்கும் திசு |
| Primary tissue | பிரைமரி திசு |
| Primary vascular tissues | பிரைமரி வாஸ்குலார்த் திசுக்கள் |
| Primary wall | பிரைமரி செல்லுறை |
| Primary xylem | பிரைமரி சைலம் |
| Primitive condition | பிற்பட்ட நிலை |
| Primitive tissue | பண்டையத் திசு |
| Primordia | ஆதாரங்கள் |
| Primordial vessel | தொடக்க வெஸல் |
| Principal tissue | முக்கிய திசு |
| Prismatic | சமபக்க உருவ |
| Procambium | புரோக்கேம்பியம் |
| Procumbent cells | படர்க்கை செல்கள் |
| Procutin | புரோகூட்டின் |
| Prolongation | நீட்சி |
| Promeristem | புரோமெரிஸ்டம் |
| Prometaphase | புரோமெட்டாஃபேஸ் |
| Prophase | புரோஃபேஸ் |
| Proplastids | கணிகங்களின் முன்னோடிகள் |
| Protective layer | பாதுகாக்கும் அடுக்கு |
| Proteins | புரதப் பொருள்கள் |

Proteinaceous substance — புரதப் பொருள்
Protoderm — புரோட்டோடெர்ம்
Protomeristem — புரோட்டோ ஆக்குத்திசு
Protophloem — புரோட்டோஃபுளோயம்
Protoplasm — புரோட்டோபிளாஸம்
Protoplasmic components — புரோட்டோபிளாஸ்மிக் கூறுகள்
Protoplast — புரோட்டோபிளாஸ்ட்
Protostele — புரோட்டோஸ்டீல்
Protoxylem — புரோட்டோஸைலம்
Protoxylem poles — புரோட்டோஸைலம் துருவங்கள்
Protuberances — புடைப்புகள்
Proximal axial zone or inner zone — நுனி உட்பட்ட ஆக்ஸியல் மண்டலம் அல்லது உள்மண்டலம்
Pseudotransverse division — மாற்றுக்குறுக்குப் பிரிதல்

## Q

Quadrant — குவாட்ரண்ட்
Quantosomes — குவாண்டோஸோம்கள்
Quiescent center — அமைதியுற்ற மையப்பகுதி
Quiescent center concept — அமைதியுற்ற மையக் கோட்பாடு

## R

Rachis — ரேக்கிஸ்
Radial arrangement — ஆரப்போக்கு அமைவு
Radial clusters — ஆரப்போக்கு தொகுப்புகள்
Radial division — ஆரப்போக்கு பிரிதல்
Radial - longitudinal — ஆரப்போக்கு-உயரப்போக்கு
Radial - longitudinal division — ஆரப்போக்கு-நீளப்போக்கு பிரிதல்
Radial seriation — ஆரப்போக்கு வரிசைக்கிரமம்
Radirl systam — ஆரப்போக்கமைவு
Radiating parenchyma — கதிரொத்த பாரங்கைமா
Ramified — பிரிவுற்ற
Ramiform pits — பிரிவுற்ற குழிகள்
Ranunculaceous type — ரானுன்குலேஸியஸ் வகை
Raphides — ராஃபைட்கள்
Ray — ரே

| | |
|---|---|
| Ray initial | ரே தோற்றுவி |
| Ray parenchyma | ரே பாரங்கைமா |
| Rays | கதிர்கள் |
| Ray tissue | ரே திசு |
| Readjustments | சீராக்கிக்கொள்ளல் |
| Receptacle | பூத்தளம் |
| Redifferentiation | முற்போக்கு வேறுபடுதல் |
| Regeneration | புதுப்பித்தல் |
| Regular type | ஒழுங்குற்ற வகை |
| Reproductive apex | ரிப்ரொடக்டிவ் நுனி |
| Reproductive cells | இனவிருத்தி செல்கள் |
| Reproductive stage | ரிப்ரொடக்டிவ் நிலை |
| Resin | ரெஸின் |
| Resin canals | ரெஸின் குழாய்கள் |
| Resin ducts | ரெஸின் குழாய்கள் |
| Resin idioblasts | தனிப்பட்ட ரெஸின் செல்கள் |
| Resorcin blue | ரிஸார்ஸின் நீலம் |
| Resting phase | ஓய்வு நிலை |
| Reticulate or netted venation | வலையொத்த நரம்பமைப்பு |
| Reticulate perforation | பின்னல் திறவு |
| Reticulate thickening | பின்னல் தடிப்பு |
| Rhizodermis | ரைஸோடெர்மிஸ் |
| Rhexigenous | ரெக்ஸிஜீனஸ் |
| Rhombicto dekahedron | ராம்பிக்டோ டெகஹெட்ரான் |
| Rhomboidal | ராம்பாய்ட் வடிவ |
| Rhytidome | ரைட்டிடோம் |
| Rib or file meristem | அடுக்கு ஆக்குத்திசு |
| Ribonucleic acid (RNA) | ரிபோ நூக்ளியஸ் அமிலம் (ரி நூ அ) |
| Ribosomes | ரிபோஸோம்கள் |
| Ridge | மேடு |
| Ring porous wood | வட்ட துளை கட்டை |
| Rod | உருளைக்கட்டை |
| Root cap | வேர்நுனி மூடி |
| Root hair | வேர்த்தூவி |
| Root pockets | வேர்ப்பைகள் |
| Roots | வேர்கள் |
| Rotation | சுழல்தல் |
| Rotting | அழுகுதல் |

| | |
|---|---|
| Rubber | ரப்பர் |
| Rubiaceous type | ருபியேஷியஸ் வகை |

## S

| | |
|---|---|
| Sac like | பை போன்ற |
| Salt or chalk glands | உப்பு அல்லது சாக் சுரப்பிகள் |
| Saponin | ஸப்போனின் |
| Saprophyte | ஸாப்ரோஃபைட் |
| Sap wood | சாற்றுக் கட்டை |
| Satellites | ஸாட்டிலைட்கள் |
| Scalariform-opposite arrangement | ஏணி - எதிர் அமைவு |
| Scalariform perforation | ஏணித்திறவு |
| Scalariform pitting | ஏணிக்குழி அமைவு |
| Scalariform reticulate thickening | ஏணி - பின்னல் தடிப்பு |
| Scalariform thickening | ஏணி ஒத்த தடிப்பு |
| Scale | செதில் |
| Scale leaves | ஸ்கேல் இலைகள் |
| Scanty parenchyma | குறைவுற்ற பாரங்கைமா |
| Schizogenous | ஸ்கைஸோஜீனஸ் |
| Sclereid primordium | தடிப்புசெல் மூலம் |
| Sclereids | தடிப்புற்ற செல்கள் |
| Sclerenchyma | ஸ்கிலரங்கைமா |
| Sclerenchyma girders | ஸ்கிலரங்கைமா கிர்டர்கள் |
| Sclerenchyma strands | ஸ்கிலரங்கைமா இழைக் கற்றைகள் |
| Seasonal activity | பருவகால சம்பந்தப்பட்ட செயல் |
| Second Anaphase | இரண்டாவது அனஃபேஸ் |
| Secondary cortex | செகண்டரி புறணி |
| Secondary growth | செகண்டரி வளர்ச்சி |
| Secondary meristem | செகண்டரி ஆக்குத்திசு |
| Secondary nucleus | செகண்டரி நூக்ளியஸ் |
| Secondary phloem | செகண்டரி ஃப்ளோயம் |
| Secondary sclerosis | செகண்டரி தடிப்புத்தன்மை |
| Secondary tissue | செகண்டரி திசு |
| Secondary xylem | செகண்டரி ஸைலம் |
| Second metaphase | இரண்டாவது மெட்டாஃபேஸ் |
| Second prophase | இரண்டாவது புரோஃபேஸ் |

| | |
|---|---|
| Second Telophase | இரண்டாவது டிலோஃபேஸ் |
| Secretory canals | சுரக்கும் குழாய்கள் |
| Secretory cells | சுரக்கும் செல்கள் |
| Secretory structures | சுரக்கும் அமைப்புகள் |
| Section | வெட்டு |
| Segments | கூறுகள் |
| Semen | விந்து |
| Semifluid | அரைகுறையான திரவம் |
| Semiliquid | பாதித்திரவப்பொருள் |
| Semisolid | அரைகுறையான திடநிலை |
| Sepal | புறஇதழ் |
| Septa | தடுப்பறைகள் |
| Septate fibers | தடுப்புற்ற நார்செல்கள் |
| Sexual cells | பாலின செல்கள் |
| Sexuality | பாலினம் |
| Sexual reproduction | பாலினப் பெருக்கம் |
| Shape | வடிவம் |
| Sheath | உறை |
| Sheathing leaf base | இலையடி உறை |
| Shells | கிளிஞ்சல்கள் |
| Shell zone | கிளிஞ்சல் மண்டலம் |
| Shoot | தண்டினம் |
| Short cells | குட்டையான செல்கள் |
| Short hairs | குட்டையான கேசங்கள் |
| Sheets of endoplasmic reticulum | எண்டோபிளாஸ்மிக் வலை விரிப்பு |
| Sieve areas | சல்லடைப் பரப்பு |
| Sieve cells | சல்லடை செல்கள் |
| Sieve elements | சல்லடை மூலக்கூறுகள் |
| Sieve pitting | சல்லடைக்குழி அமைவு |
| Sieve tube members | சல்லடைக் குழாய் அங்கங்கள் |
| Silica | ஸிலிகா |
| Silica bodies | ஸிலிகா அமைப்புகள் |
| Silica cells | ஸிலிகா செல்கள் |
| Silicon dioxide | ஸிலிகன்-டை-ஆக்ஸைட் |
| Simple laticifers | எளிய லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் |
| Simple leaf | தனி இலை |
| Simple perforation | தனித்திறவு |
| Simple perforation plate | எளிய திறவுத் தட்டு |
| Simple pits | எளிய குழிகள் |

| | |
|---|---|
| Siphonostele | ஸைஃபனோஸ்டீல் |
| Simple sieve plate | எளிய சல்லடைத் தட்டு |
| Size | அளவு |
| Slime | ஸ்லைம் |
| Slime body | ஸ்லைம் அங்கம் |
| Slime plug | ஸ்லைம் அடைப்பு |
| Soft or bast fibers | மென்மை அல்லது பாஸ்ட் நார்கள் |
| Soft woods | மென் கட்டைகள் |
| Sol | ஸால் |
| Solenostele | ஸொலினோஸ்டீல் |
| Solid | திடமான |
| Solid cylinder | உறுதியான உருளை |
| Solitary porous | ஒற்றைத் துளையான |
| Solution | கரைசல் |
| Source | மூலம் |
| Specialization trends | முன்னேற்ற போக்குகள் |
| Specialized | முற்போக்கடைந்த |
| Specific gravity | அடர்த்தி எண் |
| Spermatophyta | ஸ்பர்மட்டோஃபைட்டா |
| Sperms | விந்து ஸெல்கள் |
| Sphaerosomes | ஸ்ஃபிரோஸோம்கள் |
| Spindle fiber | கதிர்கோல் வடிவ நார் |
| Spindle shaped | கதிர்கோல் வடிவ |
| spine | முள் |
| Spiral | சுருள் |
| Spiral thickening | சுருள் தடிப்பு |
| Spongy Parenchyma | ஸ்பாஞ்ஜி பாரங்கைமா |
| Spore | ஸ்போர் |
| Sporogenous tissue | ஸ்போரோஜீனஸ் திசு |
| Sporophyte | ஸ்போரோஃபைட் |
| Spring wood | வசந்தகால கட்டை |
| Spur | குழல் போன்ற |
| Square ray cells | சதுர ரே ஸெல்கள் |
| Stain | சாயம் |
| Stalk | பொதுக்காம்பு |
| Stamen | மகரந்தத்தாள் |
| Staminal hairs | மகரந்தத்தாள் கேசங்கள் |
| Staminal primordium | மகரந்தத்தாள் ஆதாரம் |
| Starch | தரசம் |

| | |
|---|---|
| Starch grains | தரச மணிகள் |
| Stelar part | ஸ்டீலார் பகுதி |
| Stelar theory | ஸ்டீலார் கோட்பாடு |
| Stelar tissue | ஸ்டீலார் திசு |
| Stellate hairs | நட்சத்திர கேசங்கள் |
| Stellate parenchyma | நட்சத்திர பாரங்கைமா |
| Sterile parts | மலடான பாகங்கள் |
| Stigma | சூல் முடி |
| Stinging hairs | கொட்டும் கேசங்கள் |
| Stipules | இலையடிச் செதில்கள் |
| Stoma | ஸ்டோமா |
| Stomata | ஸ்டோமாட்டா |
| Stomium | வாய் |
| Storage | சேமிப்பு |
| Storage parenchyma | சேமிப்புப் பாரங்கைமா |
| Storage starch | சேமிப்புத் தரசம் |
| Stored substances | சேமிப்புப் பொருள்கள் |
| Storeyed cork | அடுக்குற்ற கார்க் |
| Storeyed or stratified Cambium | அடுக்குற்ற கேம்பியம் |
| Stroma | ஸ்த்ரோமா |
| Structure | அமைப்பு |
| Style | சூல் தண்டு |
| Styloids | ஸ்டைலாய்டுகள் |
| Subapical initial | நுனி கீழ் தோற்றுவி |
| Subepidermal layer | புறத்தோலடி அடுக்கு |
| Suberin | ஸுபரின் |
| Submarginal initials | வரம்பு கீழ் தோற்றுவிகள் |
| Submarginal meristem | வரம்பு கீழ் ஆக்குத்திசு |
| Subsidiary cells | துணை செல்கள் |
| Substomatal chamber | ஸ்டோமாட்டாவினுட்புற அறை |
| Subtropical | உப வெட்ப நிலை |
| Successive type | அடுத்தடுத்த வகை |
| Succulent species | சதைப்பற்றுள்ள தாவர இனங்கள் |
| Summer wood | கோடைக்கால கட்டை |
| Sunlight | சூரியவெளிச்சம் |
| Superficial periderm | மேல்பரப்பு பெரிடெர்ம் |

| | |
|---|---|
| Superficial layer | மேற்பரப்பு அடுக்கு |
| Support | ஆதரவு |
| Supporting structures | ஆதரவு அமைப்புக்கள் |
| Surface | பரப்பு |
| Surface tension | பரப்பு ஈர்ப்பு |
| Surface view | பரப்பு தோற்றம் |
| Suspensor | சஸ்பென்ஸார் |
| Symplastic growth | ஒத்த வளர்ச்சிமுறை |
| Syncarpous | இணைச்சூலக |
| Syndetocheilic or compound lipped | ஸிண்டிடோகெய்லிக் அல்லது கூட்டு உதடு வகை |
| Synergids | சினர்ஜிட்கள் |

## T

| | |
|---|---|
| Tabular | தட்டையான |
| Tangential | பரிதிக்கு இணைப்போக்கு |
| Tangential clusters | பரிதிக்கு இணைப்போக்கு கொத்துக்கள் |
| Tangential divisions | பரிதிக்கு இணைப்போக்கு செல்பிரிதல் |
| Tannin | டேன்னின் |
| Tannin idioblasts | தனிப்பட்ட டேன்னின் செல்கள் |
| Tapetum | டெப்பீட்டம் |
| Tap root | ஆணி வேர் |
| Telophase | டிலோஃபேஸ் |
| Temperate regions | மித சீதோஷ்ணப் பிரதேசங்கள் |
| Temperory initials | தற்காலிக தோற்றுவிகள் |
| Tensile strength | டென்ஸைல் வலிவு |
| Tension | இறுக்கம் |
| Tension wood | இறுக்கக் கட்டை |
| Terminal cell | நுனி செல் |
| Terminal or apical bud | நுனி மொட்டு |
| Terminal parenchyma | இறுதி பாரங்கைமா |
| Terminal sclereids | தடிப்புற்ற நுனி செல்கள் |
| Testa | விதை மேல் தோல் |
| Tetrad | டெட்ராட் |
| Tetrahedral | டெட்ராஹெட்ரல் |
| Tetraploid | டெட்ராபிளாய்ட் |
| Texture | டெக்சர் |

| | |
|---|---|
| Tetrarch | டெட்ராக் |
| Thalamus or Receptacle | பூத்தளம் |
| Three dimensional | முப்பக்கப் போக்கு |
| Tissue | திசு |
| Tissue derivatives | திசு தோன்றல்கள் |
| Tissue system | திசு அமைப்பு முறை |
| Tissue zones | திசு மண்டலங்கள் |
| Tonoplast | சாற்றுக்குழி உறை |
| Tori | டோரை |
| Totipotency | சர்வ வல்லமை |
| Trabeculae | டிரபிக்குலே |
| Traces | இழைகள் |
| Trachea | குரல் வளைகள் |
| Tracheid member | டிரக்கீட் அங்கம் |
| Tracheids | டிரக்கீட்கள் |
| Tracheid segment | டிரக்கீட் பகுதி |
| Transfusion tissue | டிரான்ஸ்ஃபூஷன் திசு |
| Transitional | நடுநிலையான |
| Transitional zone | நடுத்தர மண்டலம் |
| Transition region | இடைநிலைப் பகுதி |
| Translocation | செலுத்துதல் |
| Transpiration | நீராவிப்போக்கு |
| Transverse axis | குறுக்கு அச்சு |
| Transverse division | குறுக்குப் பிரிதல் |
| Transverse plane | குறுக்குப் போக்கு |
| Transverse section | குறுக்கு வெட்டு |
| Trichoblasts | டிரைக்கோபிளாஸ்ட்கள் |
| Trichomes | ஒட்டு அமைப்புகள் |
| Trichosc lereid | கேசத்தடிப்புற்ற செல்கள் |
| Trilacunar node | மூவிடை வெளிக் கணு |
| Triploid | டிரிப்லாய்ட் |
| Tubers | கிழங்குகள் |
| Tube texture | குழாய் டெக்சர் |
| Tunica | டூனிக்கா |
| Tunica-corpus theory | டூனிக்கா - கோர்புஸ் கோட்பாடு |
| Turgor changes | டர்கர் மாற்றங்கள் |
| Turpentine | டர்பன்டைன் |
| Tyloses | குமிழிகள் |
| Tylosoids | டைலோஸாய்டுகள் |

Twisting முறுக்குறுதல்
Two phase wall deposition இரு நிலை செல்லுறை படிதல்

## U

Ultimate unit மூலாதாரமான அலகு
Undifferentiated வேறுபாடடையாத
Unequal division சமமற்ற செல் பிரிதல்
Unicellular hairs ஒரு செல்லினலான
Unilacunar node ஓரிடை வெளிக்கணு
Unilaterally compound pitting ஒரு பக்க கூட்டுக்குழி அமைப்பு
Uniseriate ஒரு சீர் வரிசை
Uniseriate rays ஒரு சீர்வரிசை ரேக்கள்
Unit அலகு
Unspecialized முன்னேற்ற மடையாத
Upper epidermis மேல் புறத்தோல்
Upright cells நேர் செல்கள்

## V

Vacuolar membrane சாற்றுக்குழி மெம்பரேன்
Vacuoles சாற்றுக்குழிகள்
Vacuome வாக்குவோம்
Vascular bundle வாஸ்குலார்த் தொகுப்பு
Vascular cambium வாஸ்குலார்க் கேம்பியம்
Vascular cryptogam வாஸ்குலார் கிரிப்டோகாம்ஸ்
Vascular cylinder வாஸ்குலார் உருளை
Vascular system வாஸ்குலார் தொகுப்பு
Vascular tissue system வாஸ்குலார்த் திசு அமைப்பு
Vasicentric parenchyma வெஸல்சூழ் பாரங்கைமா
Vegetative organs வெஜிடேடிவ் உறுப்புக்கள்
Vegetative stage வெஜிடேடிவ் நிலை
Vein endings நரம்பு முடிவுகள்
Veins நரம்புகள்
Velamen வெலாமென்
Venation நரம்பமைப்பு
Ventral trace வெண்ட்ரல் இழுவை
Vesicles குமிழிகள்
Vesiculate hairs குடுவைக் கேசங்கள்
Vessel member வெஸல் அங்கம்
Vessels வெஸல்கள்
Vessel segment வெஸல் பகுதி
Vessel series வெஸல் தொடர்ச்சி

| | |
|---|---|
| Vestigeal vascular bundles | எஞ்சிய வாஸ்குலார்த் தொகுப்புகள் |
| Vestured pits | வெஸ்ச்சர்ட் குழிகள் |
| Volatil oils | நறுமண மெய்மம் |
| Volume | பரிமாணம் |

## W

| | |
|---|---|
| Waste products | கழிவுப் பொருள்கள் |
| Water conducting tissue | நீர் செலுத்தும் திசு |
| Wax | மெழுகு |
| Wax lamella | மெழுகு அடுக்கு |
| Whorl | வளையம் |
| Winter buds | குளிர்கால மொட்டுகள் |
| Wood | கட்டை |
| Woodiness | மரத்தன்மை |
| Wound cork or wound periderm | காய கார்க் அல்லது காய பெரிடெர்ம் |

## X

| | |
|---|---|
| Xylary fibers | சைலம் இணைந்த நார்த்திசு |
| Xylem mother cell | சைலம் தாய் செல் |
| Xylem parenchyma | சைலம் பாரங்கைமா |
| Xylon | சைலான் |

## Z

| | |
|---|---|
| Zipper | ஸிப்பர் |
| Zygote | சைகோட் |
| Zygotene | சைகோடீன் |

# தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்

சென்னை-9

## 1969 ஜனவரிவரை வெளியிட்டுள்ள நூல்கள்

பொருளாதாரம்

| | | | ரூ. | பை. |
|---|---|---|---|---|
| *1. | பொருளாதாரம்—I | சி. வேலாயுதம் | 6 | 50 |
| *1-A | ,, II | ,, | 9 | 00 |
| 2. | புதுமைப் பொருளாதாரக் கூறுகள் | திருமதி ஆர். தாமரஜாட்சி | 12 | 00 |
| 3. | பொருளாதாரம்—ஓர் அறிமுகம்—I | தி. சி. மோகன் | 12 | 00 |
| 4. | ,, ,, II | எம். ஏ. அபூர்வசாமி, பி. வி. ஸ்ரீநிவாசன் | 10 | 75 |
| 5. | பொருளாதாரக் கோட்பாடு வளர்ந்த வரலாறு | க. முத்தையன் | 7 | 00 |
| *6. | பணவியலும் பாங்கியலும்—II | சி. வேலாயுதம் | 11 | 50 |
| 7. | நவீன பாங்கு இயல் | ச. வெற்றிவேல் | 7 | 50 |
| *8. | இந்தியச் செலாவணியும் பாங்கு முறையும் | பி. வி. ஸ்ரீநிவாசன் | 5 | 50 |
| *9. | அரசாங்க நிதி இயல் | அர. சேஷாசலம் | 4 | 75 |
| 10. | இந்தியப் பொருளியல்—I | எம். பாலசுப்பிரமணியன் | 10 | 00 |
| 11. | ,, II | எம். லூர்துநாதன் | 4 | 25 |

*மூலநூல் (Original Book)

பொருளாதாரம்—(தொடர்ச்சி)

| | | | | ரூ. | பை. |
|---|---|---|---|---|---|
| 12. | நமது பொருளாதாரப் பிரச்சினை—I | ... | சி. சுந்தரராஜன் | ... 10 | 75 |
| 13. | நமது பொருளாதாரப் பிரச்சினை—II | ... | எஸ். குழந்தைநாதன் | ... 10 | 50 |
| 14. | இங்கிலாந்தின் பொருளாதார வரலாறு—I | ... | கீ. சீ. இராமசாமி | ... 6 | 00 |
| 15. | ,, ,, II | ... | ,, | ... 6 | 00 |
| 16. | அமெரிக்காவின் நவீன பொருளாதார வளர்ச்சி | | தி. சி. மோகன் | ... 5 | 00 |
| 17. | அமெரிக்கப் பொருளாதார வரலாறு—I | ... | மு. க. சுப்பிரமணியம் | ... 11 | 00 |
| 18. | ,, ,, II | ... | பி. வி. சீனிவாசன் | ... 6 | 50 |
| 19. | ,, ,, III | ... | ,, | ... 6 | 50 |
| 20. | அரசாங்க நிதியியலின் பொருளாதாரம்—I | ... | மா. குமாரசாமி | ... 10 | 00 |
| 21. | ,, ,, II | ... | அர. சேஷாசலம் | ... 9 | 50 |
| 22. | இந்தியாவின் பொருளாதார வளர்ச்சி—I | ... | தே. வேலப்பன் | ... 10 | 00 |
| 23. | ,, ,, II | ... | ஜி. சிதம்பரம் | ... 8 | 00 |
| 24. | பணம்—சிறு விளக்கம் | ... | கோ. இராதாகிருஷ்ணன் | ... 10 | 00 |
| *25. | வணிக இயலின் தத்துவங்கள் | ... | கு. ஆளுடைய பிள்ளை | ... 9 | 50 |
| 26. | பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டில் கிரேட் பிரிட்டனில் தொழில்-வாணிகப் புரட்சி | ... | சு. ரா. கருப்பண்ணன் | ... 11 | 00 |
| 27. | பென்ஹாம் பொருளாதாரம்—I | ... | ஏ. குழந்தை | ... 11 | 00 |
| 28. | ,, ,, II | ... | எஸ். குழந்தைநாதன் | ... 7 | 00 |
| *29. | வரவுசெலவுத் திட்டம் | ... | ஆர். ரங்காச்சாரி | ... 6 | 00 |
| 30. | பன்னுட்டுப் பொருளாதாரம்—I | ... | ஏ. குழந்தை | ... 7 | 50 |
| 31. | ,, ,, II | ... | கே. எஸ். இராமசாமி | ... 9 | 00 |

| | | | ரூ. | பை. |
|---|---|---|---|---|
| 32. | பொருளாதார ஆய்வு நூல்—I | கோ. இராதாகிருஷ்ணன் | 7 | 75 |
| 33. | ,, ,, II | ,, | 7 | 00 |
| 34. | வளர்ச்சியுறுத நாடுகளின் அரசாங்க நிதியியல் | க. வெற்றிவேல் | 4 | 25 |
| 35. | வளர்ச்சி குறைந்த நாடுகளின் முதலாக்கம் பற்றிய சிக்கல்கள் | மா. குமாரசாமி | 5 | 50 |
| 36. | 1939 முதல் இந்தியாவில் பணவீக்க விலைப் போக்குகள் | சி. சுந்தரராஜன் | 7 | 50 |
| 37. | பொருளாதார வளர்ச்சி பற்றிய கட்டுரைகள் | எம். கே. சுப்பிரமணியம் | 7 | 75 |
| 38. | இந்தியப் பொருளாதார வரலாறு (1857-1956)—I | ம. திருநாவுக்கரசு | 7 | 00 |
| 39. | பொருளாதாரம்—ஓர் அறிமுகம் | பு. வி. சீனிவாசன் | 6 | 25 |

வரலாறு

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *40. | பிரிட்டன் வரலாறு—I | கி. ர. அனுமந்தன் | 4 | 50 |
| *41. | ,, ,, II | ,, | 3 | 50 |
| *42. | ஐரோப்பிய வரலாறு—I | டி. வி. சொக்கப்பா | 4 | 50 |
| 43. | ஐரோப்பா—கடந்த ஐந்து நூற்றுண்டுகாலச் சரித்திரம் | வை. விருத்தகிரீசன் | 15 | 00 |
| 44. | இங்கிலாந்து வரலாறு—I | இரா. அண்ணுமலை | 13 | 00 |
| 45. | ,, ,, II | பா. மாணிக்கவேலு | 13 | 00 |
| 46. | ,, ,, III | என். ஜே. ராஜகோபால் | 8 | 00 |
| 47. | ,, ,, IV | ,, | 8 | 00 |

*மூலநூல் (Original Book)

வரலாறு—(தொடர்ச்சி)

| | | | ரூ. | பை. |
|---|---|---|---|---|
| 48. | இங்கிலாந்தின் வரலாறு—I | க. த. திருநாவுக்கரசு | 15 | 00 |
| 49. | ,, ,, II | எம். எக்ஸ். மிராண்டா | 8 | 00 |
| 50. | ,, ,, III | ,, | 5 | 00 |
| 51. | இந்தியாவின் சிறப்பு வரலாறு—I | தி. வெ. குப்புசாமி | 7 | 50 |
| 52. | ,, ,, II | ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப் | 9 | 00 |
| 53. | ,, ,, III | அ. பாண்டுரங்கன் | 11 | 00 |
| 54. | கிரேக்க நாட்டு வரலாறு—I | சைமன் ஐ. எஸ். பாக்கியநாதன் | 7 | 50 |
| 55. | ,, ,, II | ,, | 7 | 00 |
| 56. | ,, ,, III | பி. இராமாநுஜம் தேவதாஸ் | 7 | 75 |
| 57. | ஆக்ஸ்ஃபோர்டின் இந்திய வரலாறு—I | தி. வெ. குப்புசாமி | 8 | 25 |
| 58. | ,, ,, ,, II | ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப் | 7 | 50 |
| 59. | ,, ,, ,, III | க. த. திருநாவுக்கரசு | 10 | 50 |
| 60. | முகலாயப் பேரரசு—I | ஏ.உஸ்மான்ஷெரீப், எம்.எக்ஸ்.மிராண்டா | 7 | 50 |
| 61. | ,, ,, II | எம்.எக்ஸ்.மிராண்டா, பா.மாணிக்கவேலு | 7 | 75 |
| 62. | ஆங்கில அரசியலமைப்பின் வரலாறு—I | வை. விருத்தகிரீசன் | 7 | 50 |
| 63. | ,, ,, II | வை. விருத்தகிரீசன், இரா. அண்ணாமலை | 6 | 75 |
| 64. | ,, ,, III | இரா. அண்ணாமலை, பா. மாணிக்கவேலு | 6 | 50 |
| 65. | ,, ,, IV | பா. மாணிக்கவேலு | 7 | 00 |
| 66. | ஆங்கிலேயரின் சமுதாய வரலாறு—I | சி. ஈ. இராமச்சந்திரன் | 6 | 50 |
| 67. | ,, ,, II | சி. ஈ. இராமச்சந்திரன், இர. ஆலாலசுந்தரம் | 6 | 75 |
| 68. | ,, ,, III | ஆர். ஆலாலசுந்தரம் | 6 | 50 |

| | | | ரூ. | பை. |
|---|---|---|---|---|
| 69. | இந்தியாவில் முகலாயரின் ஆட்சி—I | பா. மாணிக்கவேலு | 5 | 00 |
| 70. | ,, II | ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப் | 6 | 00 |

**அரசியல்**

| | | | ரூ. | பை. |
|---|---|---|---|---|
| *71. | இந்திய அரசியலமைப்பு | வீ. கண்ணையா | 4 | 75 |
| 72. | அரசியலுக்கு ஓர் அறிமுகம் | டி. செல்லப்பா | 8 | 50 |
| 73. | தற்கால அரசியல் அமைப்புகள் | மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்சு | 8 | 50 |
| 74. | பன்னாட்டு அரசியல்—I | திருமதி நூர்ஜஹான் பாவா | 16 | 00 |
| 75. | ,, II | ,, | 13 | 25 |
| 76. | பொதுத்துறை ஆட்சி இயல்—I | வீ. கண்ணையா | 9 | 00 |
| 77. | ,, ,, II | அ. ஜெகதீசன் | 7 | 25 |
| 78. | பொதுத்துறை ஆட்சியியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I | வீ. கண்ணையா | 7 | 50 |
| 79. | ,, ,, II | டி. செல்லப்பா | 7 | 50 |
| 80. | இந்திய அரசியலமைப்புத் திட்டம் | தி. வெ. குப்புசாமி, எஸ். சுப்பிரமணியன் | 9 | 25 |
| 81. | இந்திய ஆட்சி அமைப்புமுறை வளர்ச்சி– I | வீ. கண்ணையா | 6 | 25 |
| 82. | ,, ,, II | வீ. கண்ணையா, கி. ர. அனுமந்தன் | 5 | 75 |
| 83. | ,, ,, III | கி. ர. அனுமந்தன் | | |
| *84. | மக்கள் ஆட்சி | க. சந்தானம் | 4 | 25 |
| 85. | 1919 முதல் சர்வதேச உறவுகளும் உலக அரசியலும் | என். ஜே. ராஜகோபால் | 7 | 75 |

*மூலநூல் (Original Book)

| | | | ரூ. | பை. |
|---|---|---|---|---|
| **அரசியல்—(தொடர்ச்சி)** | | | | |
| 86. | சமூக, அரசியல் கொள்கையின் அடிப்படைகள் | மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்ஸ் | 7 | 00 |
| 87. | அரசியலமைப்புச் சட்ட ஆய்வுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I | பா. சூரியநாராயணன் | 5 | 75 |
| 88. | ,, ,, II | பா. சூரியநாராயணன், கி. ர. அனுமந்தன் | 6 | 00 |
| 89. | ,, ,, III | கி. ர. அனுமந்தன் | 5 | 75 |
| **உளவியல்** | | | | |
| 90. | குழந்தை உளவியல்—I | கி. ர. அப்புள்ளாச்சாரி | 8 | 00 |
| 91. | ,, II | ,, | 7 | 00 |
| 92. | உட்கவர் மனம் | சி. ந. வைத்தீஸ்வரன் | 7 | 00 |
| 93. | இளையோர் உளவியல்—I | தி. இரா. அரங்கராசன் | 12 | 00 |
| 94. | ,, II | ,, | 9 | 00 |
| 95. | சமூக உளவியல் | என். வேதமணி மானுவேல் | 9 | 25 |
| 96. | பிறழ்நிலை உளவியல் | அ. பெசன்ட் கிரீப்பர்ராஜ் | 11 | 00 |
| 97. | பித்தரின் உள்ளம் | ,, | 3 | 00 |
| *98. | குமர உள்ளம் | டாக்டர் மு. அறம் | 6 | 25 |
| **தத்துவம்** | | | | |
| 99. | இந்து சமயத் தத்துவம் | ஞா. ராஜாபகதூர் | 5 | 50 |
| *100. | அறிவு ஆராய்ச்சி இயல் | ஆர். ராமானுஜாச்சாரி | 3 | 50 |

| | | | ரூ. | பை. |
|---|---|---|---|---|
| *101. | மேலைநாட்டுத் தத்துவம் | ஆர். எஸ். தேசிகன் | 3 | 50 |
| 102. | அத்துவித தத்துவம் | கோ. மோ. காந்தி | 6 | 50 |
| 103. | ஆங்கிலேயப் பயன்வழிக் கொள்கையினர் | மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்சு | 5 | 50 |
| 104. | இந்தியத் தத்துவம்—I | வ. அ. தேவசேனபதி, பா. நா. சண்முகசுந்தரம் | 3 | 50 |
| 105. | ,, II | ,, | 6 | 00 |
| 106. | மெய்ப்பொருளியல்—ஓர் அறிமுகம்—I | சி. இராமலிங்கம் | 6 | 00 |

**அறவியல்**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 107. | அறவியல்—ஓர் அறிமுகம் | கோ. மோ. காந்தி | 8 | 50 |

**அளவையியல்**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 108. | அளவையியல்—தொடக்க நூல் | கி. ர. அப்புள்ளாச்சாரி | 2 | 50 |

**மானிடவியல்**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *109. | மானிடவியல் | ம. சு. கோபாலகிருஷ்ணன் | 4 | 75 |
| 110. | பண்பாட்டுக் கோலங்கள் | கி. பூ. சுப்ரமணியம் | 5 | 50 |
| 111. | இந்தியாவில் குடியானவர் வாழ்க்கை | எஸ். இலட்சுமி | 3 | 50 |

**சமூகவியல்**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 112. | சமூகவியலின் அடிப்படைக் கோட்பாடுகள் | ஜே. நாராயணன் | 10 | 50 |

*மூலநூல் (Original Book)

புவியியல்

| | | | ரூ. | பை. |
|---|---|---|---|---|
| 113. | ஆசியா—I | கோ. சேஷ. நரசிம்மன் | 9 | 50 |
| 114. | ,, II | ,, | 8 | 75 |
| 115. | ஐரோப்பாக் கண்டத்தின் புவியியல் | ஏ. எஸ். நாராயணன் | 8 | 50 |
| *116. | தென்கிழக்கு ஆசியா | ஜி. கிருஷ்ணமூர்த்தி | 8 | 50 |
| *117. | வட அமெரிக்கா | குமாரி இரா. அலமேலு | 8 | 25 |
| *118. | தென் அமெரிக்கா | எம். என். பத்மநாபன் | 9 | 00 |
| *119. | தென் கண்டங்கள்—ஆஸ்திரேலியா | திருமதி எச். நியூமன் | 4 | 00 |
| *120. | ,, —ஆஃப்ரிக்கா | எஸ். முத்துக்கிருஷ்ணக் கரையாளர் | 3 | 25 |
| *121. | புவிப்புறவியல்—II | நா. அனந்தபத்மநாபன் | 6 | 00 |
| *122. | செய்முறைப் புவியியல் | சு. ஜெயச்சந்திரன் | 9 | 00 |
| *123. | மக்கட்பரப்பியல் | வி. எஸ். அனந்தபத்மநாபன் | 6 | 25 |
| *124. | சமுத்திரவியல் | கோ. இராமசாமி | 6 | 50 |
| 125. | காலநிலை இயல்—I | கோ. சேஷ. நரசிம்மன் | 10 | 00 |
| 126. | ,, II | ,, | 5 | 00 |
| 127. | வளியியலுக்கு ஓர் அறிமுகம் | கோ. இராமசாமி | 11 | 00 |
| *128. | புவி அமைப்பு இயல் | சி. விஸ்வநாதன் | 4 | 75 |
| 129. | பௌதிகப் புவியியலும் புவியமைப்பியலும் | கோ இராமசாமி | 6 | 00 |
| 130. | சிஷோமின் வாணிகப் புவியியல்—I | எஸ். மாணிக்கம் | 9 | 50 |
| 131. | ,, ,, II | எம். கார்த்திகேயன் | 12 | 00 |
| 132. | ,, ,, III | சி. எஸ். நரசிம்மன் | | |

| | | | ரூ. | பை. |
|---|---|---|---|---|
| **புள்ளியியல்** | | | | |
| *133. | புள்ளியியல்—அறிமுகம் | சு. வைத்தியநாதன் | 10 | 00 |
| 134. | புள்ளியியல் முறைகள்—I | கோ. சண்முகசுந்தரம் | 10 | 00 |
| 135. | ,, II | கே. ஆர். இராஜகோபாலன் | 14 | 00 |
| 136. | நம்மைச் சுற்றியுள்ள பேரண்டம் | தி. வி. லட்சுமிநரசிம்மன் | 6 | 50 |
| **உயர் கணிதம்** | | | | |
| *137. | ஆயத்தொலை வடிவகணிதம் | டி. கே. மாணிக்கவாசகம் பிள்ளை | 12 | 50 |
| *138. | வகை நுண்கணிதம் | ,, | 8 | 00 |
| *139. | தொகை நுண்கணிதம் | தி. கோவிந்தராசன் | 9 | 00 |
| **விலங்கியல்** | | | | |
| *140 | விலங்கியல் | பெ. மா. அண்ணாமலை, இரா. முருகேசன் | 12 | 00 |
| **பௌதிகவியல்** | | | | |
| 141. | ஒளி நூல் | ச. சம்பத்து | 10 | 00 |
| **விஞ்ஞானம்** | | | | |
| *142. | வானவெளி வெற்றி | டாக்டர் எம். ஏ. தங்கராஜ் | 6 | 00 |
| *143. | ரேடியோ | ,, பி. திருஞானசம்பந்தம் | 4 | 75 |

*மூலநூல் (Original Book)

| | | | ரூ. | பை. |
|---|---|---|---|---|
| **விஞ்ஞானம்—(தொடர்ச்சி)** | | | | |
| *144. | எக்ஸ்-கதிர்கள் | பெ. நா. அப்புசாமி, ஜே. பி. மாணிக்கம் | 4 | 50 |
| *145. | பாம்புகள் | பெ. மா. அண்ணாமலை | 3 | 50 |
| *146. | தாவரம்—வாழ்வும் வரலாறும் | டாக்டர் கு. சீனிவாசன் | 8 | 00 |
| *147. | கரும்பு | கு. பெரியசாமி | 4 | 00 |
| *148. | தாவரங்களின் வாழ்வியல் | எஸ். சுந்தரம் | 6 | 50 |
| **மருத்துவம்** | | | | |
| *149. | நீரிழிவு—க்ஷயரோகம் | டாக்டர் ஜி. வேங்கடசாமி, டாக்டர் ஏ. கதிரேசன் | 2 | 50 |
| 150. | மகப்பேறும் மாதர் நோயும் | டாக்டர் (குமாரி) மணிமேகலை | 8 | 25 |
| *151. | பாக்டீரியா | சு. சுந்தரம் | 2 | 50 |
| *152. | புற்றுநோய் | அ. கதிரேசன் | 3 | 50 |
| 153. | உடலியங்கியல்—I | டாக்டர்கள் ஜி. வேங்கடசாமி, டி. சரோஜினி, எஸ். கே. துரைராஜ், ஆர். சேது | 6 | 75 |
| 154. | ,, II | ,, | 5 | 50 |
| 155. | என்புருக்கி நோய் | டாக்டர் அ. கதிரேசன் | 7 | 25 |
| **பொறியியல்** | | | | |
| 156. | நீங்களே உங்கள் வீட்டைக் கட்டலாம் | கே. வி. கிருஷ்ணராஜ், சி. ஆர். சுப்பிரமணியம், ஆர். இராமசாமி, கே. வேணுகோபால் | 8 | 50 |

| | | | ரூ. | பை. |
|---|---|---|---|---|
| **கூட்டுறவு** | | | | |
| 157. | உலகக் கூட்டுறவு இயக்கம் | அ. வேல்மணி | 5 | 50 |
| **சட்டம்** | | | | |
| *158. | குற்றவியல் சட்டம் | எம். சண்முகசுப்பிரமணியம் | 10 | 00 |
| **பொது நூல்கள்** | | | | |
| 159. | மகாத்மா காந்தி | சரஸ்வதி தங்கையன் | 3 | 25 |
| 160. | விவசாயப் புரட்சி | வி. கார்த்திகேயன் | 8 | 00 |
| *161. | சேமக் கை நூல் | ஆ. சுப்பிரமணியம் | 2 | 50 |
| *162. | முற்காலச் சோழர் கலையும் சிற்பமும் | எஸ். ஆர். பாலசுப்பிரமணியம் | 9 | 00 |
| *163. | உணவும் ஊட்டமும் | தி. வேங்கிடகிருஷ்ணய்யங்கார் | 4 | 50 |
| **புகுமுக வகுப்புகளுக்குரியவை (P.U.C.)** | | | | |
| *164. | உலக வரலாறு | டி. ஆர். இராமச்சந்திரன் | 4 | 50 |
| *165. | பொருளாதாரம் | ஜி. சிதம்பரம் | 2 | 75 |
| *166. | வணிகவியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I | கு. ஆளுடைய பிள்ளை | 2 | 50 |
| *167. | ,, ,, II | ,, | 2 | 25 |
| *168. | பௌதிகம் | டாக்டர் பி. திருஞானசம்பந்தம், ஆர். நாகராஜன் | 7 | 50 |

*மூலநூல் (Original Book)

புகுமுக வகுப்புகளுக்குரியவை—(தொடர்ச்சி)

| | | | ரூ. | பை. |
|---|---|---|---|---|
| *169. | புகுமுக பௌதிகம் | டாக்டர் எம். ஏ. தங்கராஜ் | 5 | 75 |
| *170. | புகுமுக வகுப்புக் கணிதம்—I | கே. ராஜகோபாலன் | 7 | 00 |
| *171. | ,, II | ,, | 3 | 00 |
| *172. | புகுமுக வகுப்புக் கணித நூல்—I | டி. கோவிந்தராஜன், முத்துசாமி | 7 | 00 |
| *173. | ,, II | ,, ,, | 4 | 50 |
| *174. | கணிதம்—ஓர் அறிமுகம்—I | ஆர். மகாதேவன் | 4 | 75 |
| *175. | ,, II | ,, | 3 | 25 |
| *176. | வேதியியல் | டி. முனியப்பன், ஆர். முத்துலட்சுமி | 7 | 00 |
| *177. | புகுமுக வேதியியல் | சி. ஏ. பத்மநாபன் | 5 | 50 |
| *178. | விலங்கியல் | எஸ். ஆப்ரகாம் | 4 | 00 |
| *179. | புகுமுக விலங்கியல் | பெ. மா. அண்ணுமலை | 7 | 25 |
| *180. | புகுமுக வகுப்புத் தாவரவியல் | எஸ். சுந்தரம் | 4 | 50 |

*மூலநூல் (Original Book)

# பிழை திருத்தம்

| பக்கம் | வரி | பிழை | திருத்தம் |
|---|---|---|---|
| 1 | 9 | ஆஞ்சியோஸ்பர்ம்ஸ் | ஆஞ்ஜியோஸ்பர்ம்கள் |
| 5 | 9 | படங்கள் 1.1-1.3 ஒரு இரட்டை விதையிலை | படங்கள் 1.1-1.3 ஒரு இருவிதையிலை |
| 6 | 10 | ஆக்கக்திசுக்களினல் | ஆக்குத்திசுக்களினல் |
| 18 | 8 | (semiflind) | (semifluid) |
| 30 | ...... | படம் 3. | இதை நீக்கிவிடவும் |
| 31 | 10 | டுரூஸங்கள் | டுரூஸ்கள் |
| 36 | 12 | (Tuberons roots) | (tuberous roots) |
| 38 | 8 | கால்சுயம் ொர்பனேட் | கால்சியம் கார்பனேட் |
| 45 | ...... | படம் 4. | இதை நீக்கிவிடவும் |
| 53 | ...... | படம் 5. | இதை நீக்கிவிடவும் |
| 55 | ...... | படம் 6. | இதை நீக்கிவிடவும் |
| 63 | 23 | (opticallyi nert) | (optically inert) |
| 71 | ...... | படம் 7. | இதை நீக்கிவிடவும் |
| 82 | ...... | படம் 8. | இதை நீக்கிவிடவும் |
| 95 | 6 | (ardial division) | (radial division) |
| 104 | ...... | படம் 10 | இதை நீக்கிவிடவும் |
| 106 | ...... | படம் 11 | இதை நீக்கிவிடவும் |
| 107 | 3 | இலை ஏமுட்டு | இலை முட்டு |
| 108 | 4 | (Cyt-ohistological) | (Cyto-histological) |
| | 31 | இலை ஏமுட்டு | இலை முட்டு |
| 111 | 32 | (azolla) | (Azolla) |
| 113 | 9 | (Cenral mother cell) | (central mother cell) |
| | 13 | ஃபிளாங்க் ஆக்குத் திசுவும் | ஃபிளாங்க் ஆக்குத்திசு |
| | 14 | இது (Flank meristem) | (Flank meristem) இது |
| | 30 | ஒப்பிந்தியா | ஒப்புந்தியா |
| 114 | 33 | (rheythm) | (rhythm) |
| 117 | 10 | (clowes quiepcent) | (clowes quiscent) |
| 118 | 20 | சிறந்ததா | சிறந்ததாகக் |
| 120 | 17 | பெற்றிருப்பதாகக் | பெற்றிருப்பதாகவும் |
| 122 | ...... | படம் 12. | இதை நீக்கிவிடவும் |
| 128 | ...... | படம் 13. | இதை நீக்கிவிடவும் |
| 139 | 2 | (Atripiox portulacoides) | (Atriplex portulacoides) |
| 146 | 14 | படம் 7.26 கொம்மிலினு டெட்ராஸைடிக் | கொம்மிலினு டெட்ராஸைடிக் ஸ்டோமாட்டா |
| 152 | 7 | ஏற்படுத்துவதற்கும் | ஏற்படுத்துவதற்குப் |
| 163 | ...... | படத்தில் 39 | 7.39 |
| 166 | 39 | (regenevation) | (regeneration) |
| 169 | 9 | (Coffee arabica) | (Coffea arabica) |
| 170 | 11 | (airs paces) | (air spaces) |
| 171 | 37 | (படம் ) | (படம் 8.1) |
| 174 | 36. 37 | முதல் திரவத்தில் | பிரிவு படுத்தும் திரவத்தில் |

| பக்கம் | வரி | பிழை | திருத்தம் |
|---|---|---|---|
| 175 | 14 | (படம் ) | (படம் 8.4) |
| 176 | 17 | (படம் ) | (படம் 16.6) |
| | 37 | (pegged chloenchyma) | (pegged chlorenchyma) |
| 191 | 5 | (terminal solereids) | (terminal sclereids) |
| 258 | ...... | படம் 1.17 | படம் 11.17 |
| 271 | 40 | உணை | உணவை |
| 314 | 5 | கோல்க்கிக்குப் | கோல்கிக்கும் |
| 347 | 7 | படம் 15.9 ஹேப்டோஸ்டீல் | படம் 15.9 ஹேப்லோஸ்டீல் |
| 352 | 7 | (amphirasal type) | (amphivasal type) |
| 356 | 22 | தீராப்ஹிடா | தீராப்ஸிடா |
| 368 | 5 | தீஞேவியா ஸ்காண்டன்ஸ் | தீஞேஉய்யா ஸ்கான்டன்ஸ் |
| | 5 | (Thinovia scaudens) | (Thenouia scandens) |
| 375 | 6 | 15.36 பாரிஸ்தோனியா | பாரிங்தோனியா |
| 384 | 17 | ஃபிக்கூஸி | ஃபிக்கூஸ் |
| 385 | 22 | (Thymeleaceae) | (Thymelaea) |
| 387 | 1 | (Cinkgo) | (Ginkgo) |
| 390 | 5 | யுவோனிமுஸ் | ஈஊனிமுஸ் |
| 392 | 4 | (படம் 16.1) | (படம் 16.20) |
| | 32 | (படம் 16.20;16.22) | (படம் 16.20) |
| 394 | 6 | (grmnosperm leaf) | (gymnosperm leaf) |
| 395 | 30-31 | எண்டோடெர்ம்ஸ் | எண்டோடெர்மிஸ் |
| 398 | 3 | (tonica) | (tunica) |
| 401 | 20 | ஏற்படும் | ஏற்பட்டு |
| 405 | 4 | ஈயோனிமூஸ் | ஈஊனிமூஸ் |
| | 7 | ஈயோனிமுஸ் | ஈஊனிமுஸ் |
| 411 | 1 | கிலிங்கா மெலாஞேஸ்பர்முஸ் | கிலிங்கா மெலாஞேஸ்பர்மா |
| | 1 | (kyllinga melanospermus) | (kyllinga melanosperma) |
| | 9 | (படம் 17.4) | (படம் 17.2) புறணிக்கு வெளியடுக்குக்குப் புறத்தோல் என்று பெயர் |
| 415 | 38 | பெரிஸெக்கில் | பெரிஸ்ஸைக்கில் |
| 417 | 5 | நுமட்டோட் | நியுமட்டோட் |
| 420 | 31 | (Arecaceae palmae) | (Arecaceae; Palmae) |
| 423 | 2 | (படங்கள் 17:3-17.12) | (படங்கள் 17.8-17.12) |
| 430 | 10 | பாத்திலிருந்து | பாகத்திலிருந்து |
| 435 | 38 | தூணிப்பாகத்தில் | நுனிப்பாகத்தில் |
| 436 | 27 | (aeropetal) | (acropetal) |
| 444 | 11 | (enbryo sac) | (embryo sac) |
| 445 | 1 | எல்ஃபிங் | எல்ஃவிங் |
| 457 | 18 | (Scicla) | (Scilla) |
| 459 | 31 | (Ovzule) | (ovule) |
| 461 | 2 | (double fertitization) | (double fertilization) |
| | 22 | (Nuelear Endosperm) | (Nuclear Endosperm) |
| 463 | 35 | (hepocotyl) | (hypocotyl) |

# தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்

பட்டப்படிப்பு

## அறிவியல் பாட நூல்கள், 1969.

1. இயற்கணிதம்-I — திரு. டி. கோவிந்தராசன், திரு. கே. முத்துசாமி
2. வெப்பவியல் — திரு. கே. நாச்சிமுத்து
3. கனிம வேதியியல்-I — திரு. பி. டி. முனியப்பா
4. முதுகெலும்பற்றவை—துணைப்பாடம் — திரு. என். இராமலிங்கம்
5. ஒளியியல் — டாக்டர் வி.சண்முகசுந்தரம், டாக்டர் ஆர். சபேசன்
6. முதுகுநாணுள்ளவை (பகுதி-1) — திருமதி ராணி கந்தசுவாமி
7. முதுகுத்தண்டுள்ளவை (பகுதி-2) — திருமதி கிருஷ்ணவேணி நாராயணன்
8. தொகுமுறை வரைகணிதம் — திரு. ஆர். மகாதேவன்
9. செய்முறை பௌதிகம் — திரு. டி. கமலக்கண்ணன், திரு. சீ. கிருட்டிணசாமி
10. திரிகோண கணிதம் — திரு. வி. அரங்கநாதன்
11. பௌதிகம்—துணைப்பாடம் (பகுதி-1) — திரு. பி. தங்கராசன்
12. எந்திரவியல்-I — திரு. ஆர். நாகராசன்
13. கனிம வேதியியல்-துணைப்பாடம் — திரு. சி. ஏ. பத்மநாபன்
14. செய்முறைக் கனிம வேதியியல் — திரு. டி. இராமலிங்கம்
15. முதுகெலும்பற்றவை (பகுதி-2) — திருமதி எஸ். கே. வள்ளி
16. தாவர வெளி, உள்ளமைப்பியல்களும் வகைப்பாட்டியலும் — திரு. கே. ராஜசேகரன்
17. மின்னியல்-காந்தவியல்-I — திரு. டி. ஏ. கருப்பண்ணன்.
18. செய்முறை பௌதிகம்-துணைப்பாடம் — திரு. ஜி. பாஸ்கரன், திரு. ஆர். செயராமன்
19. முதுகுநாணுள்ளவை—துணைப்பாடம் — திரு. வி. சேது
20. எண்சார் கணிதம் — திரு. எம். எம். இராமசுவாமி
21. புள்ளியியல் (பகுதி-1) — திரு. எஸ். கருப்பையா
22. தாவர உள்ளமைப்பியல் — திரு. டாக்டர் எ. கோவிந்தராஜலு

---

இவை அடக்கவிலை வெளியீடுகள்—கழிவு இல்லை